

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **040747**

(13) **B1**

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

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2022.07.22**

**(21)** Номер заявки  
**202092019**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2019.02.15**

**(51)** Int. Cl. **C03C 1/00** (2006.01)  
**C03C 3/085** (2006.01)  
**C03C 3/087** (2006.01)  
**C03C 3/091** (2006.01)

---

**(54) СОСТАВ СТЕКЛА, СОДЕРЖАЩИЙ НИКЕЛЬ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ХОДЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СТАДИИ ПЛАВЛЕНИЯ СОСТАВА**

---

**(31)** 18159205.6

**(32)** 2018.02.28

**(33)** EP

**(43)** 2020.11.02

**(86)** PCT/EP2019/053881

**(87)** WO 2019/166247 2019.09.06

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

**(72)** Изобретатель:  
**Богерт Мишель (BE)**

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

**(56)** US-A-5204293  
GB-A-545190  
WO-A1-9513993  
COENEN M.: "Durchstrahlung des Glasbades bei Farbglasesern", GLASTECHNISCHE BERICHTE, VERLAG DER DEUTSCHEN GLASTECHNISCHEN GESELLSCHAFT, FRANKFURT, DE, vol. 41, no. 1, 1 January 1968 (1968-01-01), pages 1-10, XP009507250, ISSN: 0017-1085, the whole document

**(57)** Изобретение относится к составу стекла с низкой лучистой теплопроводностью при высокой температуре. В частности, оно относится к составу стекла, содержащему следующие компоненты в весовых процентах, выраженных в пересчете на общий вес состава стекла: SiO<sub>2</sub> 50-85%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0-30%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0-20%; Na<sub>2</sub>O 0-25%; CaO 0-25%; MgO 0-15%; K<sub>2</sub>O 0-20%; BaO 0-20%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> суммарный 0,002-0,1%, и дополнительно содержащему NiO на уровне от 0,0001 до 0,0020% по весу всего состава стекла.

**040747**

**B1**

**040747**  
**B1**

### Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к составу стекла, содержащему никель, предназначенный для снижения потребления энергии на стадии плавления состава стекла.

### Описание предшествующего уровня техники

Снижение потребления энергии в промышленных стеклоплавильных печах является основной задачей как с экономической, так и с экологической точек зрения. Усовершенствования технологических стадий промышленного производства, таких как дополнительная изоляция печи, оптимизация горения и т.д., уже были разработаны. Дополнительные усовершенствования технологических стадий, тем не менее, будут требовать значительно больших капиталовложений. Другой путь в снижении потребления энергии будет состоять в работе над самими составами стекла за счет снижения температуры плавления состава стекла. Температуру плавления определяют как температуру, при которой вязкость стекла составляет 10 Па·с. Температура плавления, таким образом, снижается при снижении вязкости состава стекла при высокой температуре. При этом энергию, которую необходимо подавать к печи, можно снизить.

В последнее время "ультра-белые" или "сверхпрозрачные" стекла становятся все более предпочтительными в сфере солнечной энергетики или строительства вследствие их высокой свето- и/или энергопроницаемости. Данные стекла содержат малое количество железа и, следовательно, их также часто называют "стеклами с низким содержанием железа". В случае промышленных натриево-кальциевых стекол стекла с низким содержанием железа характеризуются суммарным содержанием железа, представленным в виде  $Fe_2O_3$  суммарного, составляющим менее примерно 0,1 вес.%, как правило, менее 600 ppm. Однако эти составы стекла с низким содержанием железа характеризуются высокой лучистой теплопроводностью и, таким образом, их сложно нагревать излучением в диапазонах длин волн, излучаемых внутри стеклоплавильной печи. В случае этих составов стекла с низким содержанием железа усиление поглощения излучения расплавленным стеклом при высокой температуре будет очень полезным в отношении потребления энергии.

Снижение температуры плавления составов стекла рассматривалось в данной области техники. В документе US 5071796 раскрыт состав оконного стекла, где  $SiO_2$  был частично заменен на  $Na_2O$  и  $Al_2O_3$ , что обеспечивало снижение вязкости при высокой температуре. В документе WO 2014/128714 предлагается заменить приблизительно половину компонента, представляющего собой диоксид кремния, и частично или полностью компонент, представляющий собой оксид кальция, на борсодержащий компонент. Однако сложно сохранять свойства стекла, такие как температура осветления, температура стеклования, химическая устойчивость стекла или оптические свойства, в случае таких сильно модифицированных составов. Кроме того, некоторые из альтернативных компонентов могут быть довольно дорогими и, таким образом, ограничивают варианты своего промышленного применения.

Составы стекла, содержащие никель, известны из уровня техники. Ссылка, например, сделана на документы US 2013/0316162, US 2014/0017500, US 3881905, описывающие стекло или закаленное стекло для дисплеев; и на документ US 5888917, раскрывающий разновидности прозрачного нетусклого окрашенного стекла.

Таким образом, целью настоящего изобретения является рентабельное обеспечение состава стекла с низким содержанием железа с низкой лучистой теплопроводностью при высокой температуре для снижения потребления энергии в процессе производства без ухудшения свойств состава стекла.

### Сущность изобретения

Настоящее изобретение относится к составу стекла, содержащему следующие компоненты в весовых процентах, выраженных в пересчете на общий вес состава стекла:

$SiO_2$	50-85%
$Al_2O_3$	0-30%
$B_2O_3$	0-20%
$Na_2O$	0-25%
$CaO$	0-25%
$MgO$	0-15%
$K_2O$	0-20%
$BaO$	0-20%
$Fe_2O_3$ суммарный	0,002-0,1%

причем указанный состав стекла также содержит никель, представленный в виде NiO, на уровне от 0,0001 до 0,0020% по весу.

Настоящее изобретение дополнительно относится к изделию из стекла, изготовленному из указанного состава стекла, в частности в виде листа стекла, полого изделия из стекла или стекловолокна.

Настоящее изобретение также относится к применению никеля для снижения потребления энергии в ходе осуществления стадии плавления состава стекла согласно настоящему изобретению.

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

На фиг. 1А показан коэффициент поглощения ( $\kappa_\lambda$ ) состава стекла из уровня техники (XCL) и состава по настоящему изобретению (XCL-Ni) в зависимости от длины волны при комнатной температуре. На фиг. 1В показан коэффициент поглощения ( $\kappa_\lambda$ ) того же состава стекла из уровня техники (XCL) и состава по настоящему изобретению (XCL-Ni) в зависимости от длины волны при 1200°C. На фиг. 1В дополнительно показан градиент излучательной способности ( $dE_\lambda/dT$ ) черного тела в зависимости от такой же длины волны при температуре 1200°C.

На фиг. 2 графически показано влияние добавления никелевого компонента в составы с низким содержанием железа для снижения относительного коэффициента лучистой теплопроводности,  $Rk_r$ . Состав стекла, используемый для нормализации ( $Rk_r = 1$ ), содержит 1000 ppm  $Fe_2O_3$  (суммарное содержание железа) и 0 ppm NiO.

На фиг. 3 показан прирост удельного потребления энергии в %, полученный в случае составов стекла, обогащенных железом или никелем, начиная со стеклоосновы с 670 ppm  $Fe_2O_3$ . Черные точки представляют промышленные данные, записывающие прирост удельного потребления энергии с постепенным наращиванием  $Fe_2O_3$ , начиная с 670 ppm  $Fe_2O_3$ . Штриховые кривые над черными точками представляют рассчитанный прирост удельной энергии в случае стекол, содержащих никелевый компонент на уровнях 5, 10 и 15 ppm NiO, для составов стекла с суммарным содержанием железа в диапазоне от 670 до 870 ppm.

#### **Подробное описание изобретения**

Целью настоящего изобретения является обеспечение состава стекла с низким содержанием железа и с низкой лучистой теплопроводностью для снижения потребления энергии в процессе производства. Неожиданно было обнаружено, что добавление небольшого количества никеля в состав стекла с низким содержанием железа обеспечивает значительное снижение лучистой теплопроводности, в то же время сохраняя механические свойства, вязкость и химическую стойкость состава стекла рентабельным образом.

В настоящем тексте при указании диапазона включены его крайние значения. Кроме того, все целые и дробные значения в числовом диапазоне включены безоговорочно, как если бы они были указаны явным образом. Также в настоящем тексте значения содержания представлены в процентах по весу, другими словами, выражены относительно общего веса стекла, если явно не определено иное (например, в ppm). В настоящем тексте содержание железа является суммарным и выражено в виде  $Fe_2O_3$ , если явно не определено иное.

Состав стекла по настоящему изобретению содержит никель, представленный в виде NiO, на уровне от 0,0001 до 0,0020% по весу.

В предпочтительном варианте осуществления состав стекла по настоящему изобретению содержит никель, представленный в виде NiO, на уровне  $\leq 0,0018\%$ , предпочтительно  $\leq 0,0015\%$ , более предпочтительно  $\leq 0,0010\%$ , наиболее предпочтительно  $\leq 0,0008\%$  по весу.

В другом предпочтительном варианте осуществления состав стекла по настоящему изобретению содержит никель, представленный в виде NiO, на уровне  $\geq 0,0002\%$ , более предпочтительно  $\geq 0,0003\%$  или даже  $> 0,0005\%$  по весу.

Состав стекла по настоящему изобретению характеризуется суммарным содержанием железа (представленным в виде  $Fe_2O_3$ ) на уровне от 0,002 до 0,1% по весу. В предпочтительном варианте осуществления состав стекла характеризуется суммарным содержанием железа, представленным в виде  $Fe_2O_3$ , на уровне от 0,002 до 0,06%, предпочтительно от 0,002 до 0,04%, более предпочтительно от 0,002 до 0,02% по весу.

Настоящее изобретение решает техническую задачу составления состава стекла с низкой лучистой теплопроводностью при высокой температуре путем снижения коэффициента лучистой теплопроводности ( $k_r$ ) и, следовательно, путем повышения коэффициента поглощения ( $\kappa_\lambda$ ) состава стекла в диапазоне длин волн, соответствующем энергии, излучаемой в плавильной печи при температуре, достигаемой в указанной печи. Неожиданно было обнаружено, что добавление небольшого количества никеля в состав стекла с относительно низким суммарным содержанием железа обеспечивает такую низкую лучистую теплопроводность. Кроме того, данное техническое решение таким образом лишь незначительно модифицирует состав, что обеспечивает сохранение механических и химических свойств состава стекла.

Передача лучистой энергии в расплавленном составе стекла может быть оценена путем приближения Росселанда на основе допущения, что распространение фотонов можно имитировать законом диффузии, т.е. что поток энергии  $F$  пропорционален градиенту температуры  $\partial T/\partial z$ , где  $z$  представляет собой

высоту стекла, причем коэффициент пропорциональности  $k_r$  является коэффициентом лучистой теплопроводности, согласно уравнению I.

$$\partial T/\partial z = F/k_r \text{ (Уравнение I)}$$

Коэффициент лучистой теплопроводности  $k_r$  можно рассчитать путем сложения, при всех длинах волн, градиента излучательной способности,  $\partial E_\lambda/\partial T$ , (являющегося скоростью изменения излучательной способности относительно температуры) с обращенным коэффициентом поглощения  $\kappa_\lambda$  согласно уравнению II ниже. Для цели настоящего изобретения излучательная способность  $E_\lambda$ , излучаемая в печи, приравнена черному телу.

$$k_r = \frac{4}{3} \int_0^\infty \frac{1}{\kappa_\lambda} \frac{\partial E_\lambda}{\partial T} d\lambda$$

Обнаружили, что для улучшения теплообмена с расплавленным стеклом в составе стекла с низким содержанием железа, в уравнении I следует повысить градиент температуры  $\partial T/\partial z$ . Этого можно достичь путем снижения коэффициента лучистой теплопроводности  $k_r$  состава стекла и, таким образом, путем повышения его коэффициента поглощения  $\kappa_\lambda$ . Кроме того, обнаружили, что кривая поглощения состава стекла должна соответствовать насколько это возможно градиенту излучательной способности в результате излучений энергии, излучаемой в печи, для обеспечения значительного влияния на лучистую теплопроводность.

Коэффициенты поглощения,  $\kappa_\lambda$ , составов из уровня техники и согласно настоящему изобретению - согласно табл. 1 ниже измеряли при комнатной температуре и при высокой температуре. Высокая температура соответствует температуре, обычно достигаемой в стеклоплавильной печи.

Таблица 1

	Состав из уровня техники	Состав по настоящему изобретению
<b>Эталон</b>	<b>XCL</b>	<b>XCL-Ni</b>
SiO <sub>2</sub> (вес. %)	73,0	73,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (вес. %)	0,03	0,03
CaO (вес. %)	8,25	8,25
MgO (вес. %)	4,5	4,5
Na <sub>2</sub> O (вес. %)	13,9	13,9
K <sub>2</sub> O (вес. %)	0,01	0,01
SO <sub>3</sub> (вес. %)	0,32	0,32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> сум. (вес. %)	0,0102	0,0102
Ni (ppm)	0	19

Коэффициент поглощения измеряли в лаборатории согласно следующему методу. Специальный спектрометр был разработан для измерения пропускания в диапазоне от 250 до 2800 нм при высокой температуре. Температура 1200°C была выбрана как иллюстративная температура, достигаемая в печи. Источники излучения представляли собой ксеноновые и галогеновые лампы (от 250 до 2000 нм) и керамический элемент для длин волн свыше 2000 нм. Излучение модулировали и разделяли на два пучка для вхождения в лабораторную печь. Оптический путь одного из пучков предназначен для измерения пропускания образца стекла, другой пучок не проходил через образец и использовался как холостая проба. Детекторы пропускания представляют собой фотоэлектронный умножитель или полупроводники. Держатель для образца стекла представляет собой кольцо из оксида алюминия с двумя сапфировыми волноводными окнами. Измерения проводили при двух различных толщинах 1 и 2 мм. Коэффициент поглощения, таким образом, рассчитывали из двух записанных спектров пропускания.

Коэффициент поглощения ( $\kappa_\lambda$ ) вышеуказанных двух составов стекла с низким содержанием железа, XCL без никелевого компонента (состав из уровня техники) и XCL-Ni с низким уровнем никеля (состав по настоящему изобретению) измеряли при значениях длины волны от 250 до 2800 нм. Коэффициент поглощения измеряли согласно описанному выше методу в зависимости от длины волны при комнатной температуре (фиг. 1А) и при 1200°C (фиг. 1В). На фиг. 1В дополнительно показан градиент излучательной способности ( $dE_\lambda/dT$ ) черного тела в зависимости от тех же длин волн при такой же температуре 1200°C. Лишь форма данной последней кривой важна для цели иллюстрации, и значения на фиг. 1В нормализованы относительно максимума функции  $dE_\lambda/dT$ .

На фиг. 1А можно увидеть, что состав XCL из уровня техники характеризуется полосой сильного

поглощения с пиком при примерно 1000 нм из-за  $Fe^{2+}$ , при этом коэффициенты поглощения составов стекла были измерены при комнатной температуре при различных длинах волн. Состав XCL-Ni по настоящему изобретению характеризуется несколькими полосами сильного поглощения в видимом диапазоне, а также несколькими пиками в инфракрасном спектре при примерно 1000 и 2000 нм. Данные пики поясняют несколько более высокое поглощение IR содержащего никель состава стекла при комнатной температуре по сравнению с составом из уровня техники.

На фиг. 1B показано неожиданное преимущество состава по настоящему изобретению. По сравнению с эталоном (XCL, состав из уровня техники) поглощение в видимом диапазоне в случае состава по настоящему изобретению (XCL-Ni) снижается при высокой температуре, но сильно повышается в инфракрасной области (свыше 1700 нм), что очень предпочтительно для улучшения поглощения излучения, излучаемого в печи.

Как показано ниже на фиг. 1A и 1B, неожиданно было обнаружено, что состав по настоящему изобретению преимущественно поглощает излучение, излучаемое пламенем и переизлученное огнеупорными материалами в печи. Действительно, состав по настоящему изобретению, содержащий небольшое количество никеля, при высокой температуре характеризуется полосами поглощения при длинах волн в инфракрасной области, которые соответствуют градиенту излучательной способности энергии печи, приравненной в данном случае черному телу (фиг. 1B)

Используя уравнение II и значения коэффициентов поглощения,  $k_\lambda$ , полученных из фиг. 1B, коэффициент лучистой теплопроводности,  $k_r$ , был рассчитан для составов стекла с низким содержанием железа, характеризующихся различными уровнями содержания железа и различными уровнями содержания никеля.

Относительная лучистая теплопроводность,  $Rk_r$ , была рассчитана с использованием уравнения II (выше). Коэффициенты поглощения,  $k_\lambda$ , для железа и никеля были получены из оптической модели, откалиброванной на измеренных кривых поглощения при комнатной температуре и 1200°C из фиг. 1A и 1B. Значения  $k_r$  нормализованы относительно стекла, содержащего 1000 ppm  $Fe_2O_3$  без никеля, с получением относительной лучистой теплопроводности,  $Rk_r$ .

На фиг. 2 показано преимущество добавления никеля в составы с низким содержанием железа для снижения относительного коэффициента лучистой теплопроводности,  $Rk_r$ . На фиг. 2 показано, что влияние добавления никеля в состав стекла на лучистую проводимость сильнее для составов с более низким содержанием железа. Она дополнительно демонстрирует, что первые несколько ppm никеля являются наиболее эффективными для снижения относительного коэффициента лучистой теплопроводности. Повышение уровня никеля до уровня более 0,002% по весу от всего состава стекла не обеспечивает значительного возрастающего преимущества.

В компьютерных гидродинамических моделях стеклоплавильных печей, как правило, используют аппроксимацию лучистой теплопроводности, рассчитанную в данном документе. Данные из фиг. 2, следовательно, могут использовать специалисты стекольной промышленности для оценки выигрыша в энергии в зависимости от количества никеля, добавленного в расплав, относительно заданного количества железа. На фиг. 3 показана альтернативная оценка на основе промышленных данных, сообщающих об изменении удельного потребления (в процентах) на количество железа.

Промышленные данные собирали относительно выигрыша в энергии составов силикатного стекла при различных уровнях содержания железа: ссылка сделана на точки, изображенные на фиг. 3. Эти промышленные данные сообщают о выигрыше в удельном потреблении энергии (т.е. о снижении энергии) с увеличением содержания  $Fe_2O_3$  сум., начиная с состава с исходным содержанием 670 ppm  $Fe_2O_3$  сум. Из этих промышленных данных, полученных при различных количествах железа, можно рассчитать коэффициент теплопроводности  $k_r$  и, следовательно, получить функцию  $f$ , связывающую снижение  $k_r$  с приростом удельного потребления. Кроме того, на основе измеренного  $k_\lambda$  из фиг. 2 можно рассчитать  $k_r$  для составов стекла, содержащих как никель, так и железо, и применить ту же функцию  $f$  для превращения  $k_r$  этих составов стекла в прирост удельного потребления энергии, как показано на фиг. 3. Действительно, на фиг. 3 показан выигрыш в энергии, полученный в случае составов стекла, содержащих никель при различных уровнях добавки (5, 10 и 15 ppm NiO), которые рассчитаны для составов стекла с суммарным содержанием железа в диапазоне от 670 до 870 ppm. В составе стекла, содержащем 670 ppm  $Fe_2O_3$  сум., 5 ppm NiO будут обеспечивать снижение удельного потребления энергии приблизительно 1%, что действительно значимо в существующей области плавки стекла. Добавление от 10 до 15 ppm NiO в тот же состав стекла будет обеспечивать выигрыш в удельном потреблении энергии соответственно 1,7 и 2,2%. Для составов стекла с более высоким содержанием железа выигрыш на ppm NiO меньше, но все еще значителен. В составах стекла, содержащих 870 ppm  $Fe_2O_3$  сум., добавление от 5 до 15 ppm NiO будет обеспечивать выигрыш в удельном потреблении энергии соответственно от 0,7 до 1,5%.

В предпочтительном варианте осуществления состав стекла по настоящему изобретению дополнительно содержит кобальт, предпочтительно на уровне от 0,00005 до 0,0020%, представленный в виде CoO, более предпочтительно от 0,00005 до 0,0015% по весу. Действительно, обнаружили, что добавление никеля, даже при низких уровнях, требуемых настоящим изобретением, может слегка влиять на оптиче-

ские свойства, такие как цвет, конечного продукта. В зависимости от целевого применения/использования это может быть проблемой или нет. При необходимости, желтый цвет, придаваемый никелем, можно легко нейтрализовать добавлением кобальта.

В другом варианте осуществления состав стекла по настоящему изобретению также содержит хром, предпочтительно на уровне от 0,0001 до 0,0025%, представленный в виде  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , более предпочтительно от 0,0001 до 0,002% по весу. Действительно, обнаружили, что добавление хрома в состав стекла по настоящему изобретению может обеспечивать подобные преимущества, что и добавление никеля в том отношении, что он позволяет снижать лучистую теплопроводность соответствующего состава стекла, но менее эффективно, чем никель.

В предпочтительном варианте осуществления состав стекла по настоящему изобретению не содержит селен. "Без селена" в данном документе понимают как состав стекла с содержанием селена, представленного в виде Se, < 3 ppm, предпочтительно < 2 ppm. В более предпочтительном варианте осуществления состав стекла по настоящему изобретению не содержит селен и кобальт в комбинации.

Состав стекла согласно настоящему изобретению изготовлен из стекла, которое может относиться к разным категориям. Стекло может представлять собой, например, стекло натриево-кальциево-силикатного, алюмосиликатного или боросиликатного типа и т.п.

Помимо железа и никеля, состав стекла по настоящему изобретению содержит следующие компоненты в весовых процентах, выраженных в пересчете на общий вес состава стекла:

$\text{SiO}_2$	50-85%
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0-30%
$\text{B}_2\text{O}_3$	0-20%
$\text{Na}_2\text{O}$	0-25%
$\text{CaO}$	0-25%
$\text{MgO}$	0-15%
$\text{K}_2\text{O}$	0-20%
$\text{BaO}$	0-20%

В предпочтительном варианте осуществления состав стекла по настоящему изобретению содержит следующие компоненты в весовых процентах, выраженных в пересчете на общий вес состава стекла:

		Более предпочтительно
$\text{SiO}_2$	50-78%	55-78%
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0-18%	0-18%
$\text{B}_2\text{O}_3$	0-18%	0-18%
$\text{Na}_2\text{O}$	0-20%	5-20%
$\text{CaO}$	0-25%	0-15%
$\text{MgO}$	0-10%	0-10%
$\text{K}_2\text{O}$	0-10%	0-10%
$\text{BaO}$	0-5%	0-5%

Предпочтительные составы по настоящему изобретению, особенно пригодные для получения листов стекла и полых изделий из стекла, представляют собой натриево-кальциево-силикатный тип. Предпочтительно согласно данному предпочтительному варианту осуществления состав содержит следующие компоненты в весовых процентах, выраженных в пересчете на общий вес состава стекла:

SiO <sub>2</sub>	60-75%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-6%
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-4%
Na <sub>2</sub> O	5-20%
CaO	0-15%
MgO	0-10%
K <sub>2</sub> O	0-10%
BaO	0-5%

Другие предпочтительные составы стекла по настоящему изобретению, особенно пригодные для применения в виде стекловолокна, содержат следующие компоненты в весовых процентах, выраженных в пересчете на общий вес состава стекла:

SiO <sub>2</sub>	50-75%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10-30%
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-20%
Na <sub>2</sub> O	0-5%
CaO	0-25%
MgO	0-15%
K <sub>2</sub> O	0-5%
BaO	0-5%

Иллюстрации составов стекла согласно настоящему изобретению, которые, как известно, применимы для получения стекловолокна, показаны в следующей таблице:

	Иллюстрация 1	Иллюстрация 2	Иллюстрация 3
SiO <sub>2</sub> (%)	59-61	52-56	64-66
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	-	5-10	-
TiO <sub>2</sub> (%)	-	0-0,8	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	0,05-0,1	0,05-0,1	0,002-0,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	12,5-13,5	12-16	24-26
CaO (%)	21,5-22,5	16-25	0-0,3
MgO (%)	2,7-3,3	0-5	9-11
Na <sub>2</sub> O (%)	0,03-0,05	0-2	0-0,3
K <sub>2</sub> O (%)	0,25-0,60	включенный в Na <sub>2</sub> O	включенный в Na <sub>2</sub> O

Составы стекла по настоящему изобретению особенно интересны при использовании для изготовления изделий из стекла, в частности полых изделий из стекла, листов стекла и/или стекловолокна. Полые изделия из стекла могут представлять собой стеклянные бутылки, стеклянные колбы, стеклянные сосуды и т.д. Стекловолокно представляет собой стекло в волокнистом виде, используемое для изготовления различных продуктов (таких как стекловата для изоляции), и обычно состоит из спутанных тонких стекловолокон.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение относится к полому изделию из стекла, изготовленному из состава по настоящему изобретению.

В альтернативном предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение относится к стекловолокну, изготовленному из состава стекла по настоящему изобретению.

Обычно способ изготовления стекла включает стадии (i) плавления партии исходного материала, которая содержит смесь исходного материала, предназначенного для получения стекла, и/или стеклянного боя, в стеклоплавильной печи/стеклоплавильном бассейне; а затем формования расплавленного стекла в необходимую форму. Стадия плавления включает подвод тепла к исходным материалам или бою посредством передачи лучистой энергии с обеспечением плавки/расплавления. Как правило, тепло генерируется горелками, в которых используется ископаемое топливо (т.е. природный газ) с заранее подогре-

тым воздухом.

Например, для образования волокон расплавленное стекло можно непрерывно вытягивать из фильеры. Для формования полого стекла, например, бутылок, расплавленное стекло помещают в форму и стекло затем формируют в стеклянную бутылку посредством технологии выдувки. Лист стекла может быть получен посредством флоат-процесса, процесса вытягивания, процесса проката или любого другого известного процесса для изготовления листа стекла, начиная с расплавленного состава стекла. В варианте осуществления согласно настоящему изобретению лист стекла представляет собой лист флоат-стекла. Под термином "лист флоат-стекла" понимают лист стекла, образованный посредством процесса изготовления флоат-стекла, который состоит в выливании расплавленного стекла на ванну расплавленного олова при восстанавливающих условиях.

Настоящее изобретение также относится к применению никеля для снижения потребления энергии в ходе осуществления стадии плавления состава стекла согласно настоящему изобретению.

Варианты осуществления настоящего изобретения будут далее описаны посредством примеров. Следующие примеры представлены в целях иллюстрации и не предназначены для ограничения объема настоящего изобретения.

### Примеры

Для получения составов стекла в соответствии с примерами выполняли следующее. Порошкообразные исходные материалы смешивали вместе и помещали в плавильные тигли согласно каждому составу, определенному ниже. Смесь исходных материалов затем нагревали в электрической печи до температуры, обеспечивающей полное расплавление исходного материала.

Следующие составы стекла получали согласно настоящему изобретению. Данные составы стекла являются особенно подходящими для использования в качестве листов стекла или полых изделий из стекла.

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub> (%)	72,2	72,2	72,3	72,2	72,2	72,2	72,2	72,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	0,62	0,63	0,61	0,62	0,62	0,61	0,62	0,61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	0,075	0,077	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,073
CaO (%)	8,89	8,91	8,85	8,87	8,84	8,87	8,86	8,67
MgO (%)	4,28	4,26	4,29	4,30	4,30	4,29	4,30	4,21
Na <sub>2</sub> O (%)	13,50	13,53	13,46	13,48	13,50	13,50	13,52	13,44
K <sub>2</sub> O (%)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Ni (ppm)	4	5	9	13	3	6	6	8
Co (ppm)	-	-	-	-	0,75	1,5	2,5	3,5

### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Состав стекла, содержащий следующие компоненты в весовых процентах, выраженных в пересчете на общий вес состава стекла:

SiO <sub>2</sub>	50-85%
0 < Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 30%	
0 < B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 20%	
0 < Na <sub>2</sub> O ≤ 25%	
0 < CaO ≤ 25%	
0 < MgO ≤ 15%	
0 < K <sub>2</sub> O ≤ 20%	
0 < BaO ≤ 20%	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> суммарный	0,002-0,1%

отличающийся тем, что состав стекла дополнительно содержит никель, представленный в виде NiO, на уровне от 0,0001 до 0,0018% по весу и кобальт, представленный в виде CoO, на уровне от 0,00005 до 0,0020% по весу.

2. Состав стекла по п.1, отличающийся тем, что он содержит никель, представленный в виде NiO, на уровне > 0,0005% по весу.

3. Состав стекла по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что он содержит Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> суммарный на уровне от 0,002 до 0,06% по весу, предпочтительно от 0,002 до 0,04%, более предпочтительно от 0,002 до 0,02% по весу.

4. Состав стекла по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что он содержит следующие компоненты в весовых процентах, выраженных в пересчете на общий вес состава стекла:

SiO <sub>2</sub>	55-78%
0 < Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 18%	
0 < B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 18%	
Na <sub>2</sub> O	5-20%
0 < CaO ≤ 15%	
0 < MgO ≤ 10%	
0 < K <sub>2</sub> O ≤ 10%	
0 < BaO ≤ 5%	

5. Состав стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что он содержит следующие компоненты в весовых процентах, выраженных в пересчете на общий вес состава стекла:

SiO <sub>2</sub>	60-75%
0 < Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 6%	
0 < B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 4%	
Na <sub>2</sub> O	5-20%
0 < CaO ≤ 15%	
0 < MgO ≤ 10%	
0 < K <sub>2</sub> O ≤ 10%	
0 < BaO ≤ 5%	

6. Состав стекла по любому из предыдущих пунктов, где кобальт, представленный в виде CoO, составляет на уровне от 0,00005 до 0,0015% по весу.

7. Состав стекла по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что он дополнительно содержит хром.

8. Состав стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что он содержит хром, представленный в виде Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, на уровне от 0,0001 до 0,0025%, более предпочтительно от 0,0001 до 0,002% по весу.

9. Изделие из стекла, изготовленное из состава стекла по любому из предыдущих пунктов.

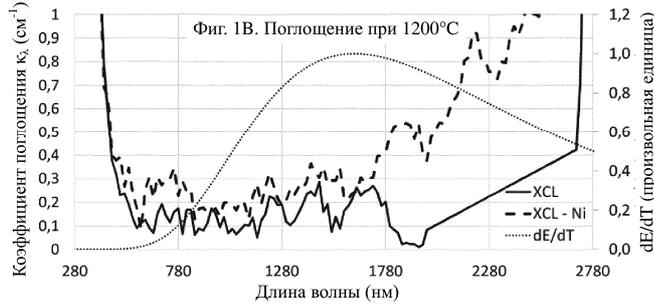
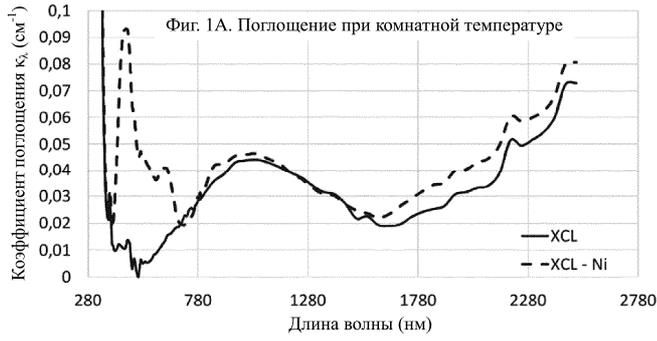
10. Изделие из стекла по п.9, которое представлено в виде полого изделия из стекла.

11. Изделие из стекла по п.9, которое представлено в виде листа стекла.

12. Изделие из стекла по п.9, которое представлено в виде стекловолокна.

13. Применение никеля для снижения потребления энергии в ходе процесса плавления состава стекла, содержащего следующие компоненты в весовых процентах:

SiO <sub>2</sub>	50-85%
0 < Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 30%	
0 < B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 20%	
0 < Na <sub>2</sub> O ≤ 25%	
0 < CaO ≤ 25%	
0 < MgO ≤ 15%	
0 < K <sub>2</sub> O ≤ 20%	
0 < BaO ≤ 20%	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> суммарный	0,002-0,1%



Фиг. 1

