



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008116344/03, 23.10.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.10.2006(30) Конвенционный приоритет:
28.10.2005 FR 0553288

(43) Дата публикации заявки: 10.12.2009

(45) Опубликовано: 20.12.2010 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: GB 965018 A, 29.07.1964. RU 2083516 C1,
10.07.1997. GB 2009141 A, 13.06.1979. GB
2071081 A, 16.09.1981. FR 2451347 A,
10.10.1980.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 28.05.2008(86) Заявка РСТ:
FR 2006/051085 (23.10.2006)(87) Публикация РСТ:
WO 2007/048965 (03.05.2007)Адрес для переписки:
119034, Москва, Пречистенский пер., 14,
стр.1, 4-й этаж, "Гоулингз Интернэшнл Инк.",
пат.пов. Ю.В.Дементьевой, рег.№ 560

(72) Автор(ы):

**ЛЕКОМТ Эммануэль (FR),
ДАЛЛЬЕ Эрик (FR),
БЕРТЕРО Анн (FR)**

(73) Патентообладатель(и):

**СЭНТ-ГОБЭН ВЕТРОТЕКС ФРАНС С.А.
(FR)****(54) СОСТАВ СТЕКЛА, СТОЙКОГО К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЩЕЛОЧЕЙ И КИСЛОТ,
ПОЛУЧЕННОЕ ИЗ НЕГО СТЕКЛОВОЛОКНО И КОМПОЗИТ, СОДЕРЖАЩИЙ
СТЕКЛОВОЛОКНО**

(57) Реферат:

Изобретение относится к составу стекла, стойкого к воздействию щелочей и кислот, полученному из него армирующему стекловолокну и композитам, содержащим указанное стекловолокно. Состав стекла включает в вес.%: $\text{SiO}_2 \geq 58\%$, предпочтительно $\leq 65\%$; ZrO_2 15-20%; R_2O ($\text{R}=\text{Na}$, K или Li) $\geq 14\%$; $\text{K}_2\text{O} \leq 0,1\%$, предпочтительно $\leq 0,05\%$; RO ($\text{R}=\text{Mg}$, Ca или Sr) 2,5-6%; $\text{MgO} \leq 4\%$; $\text{TiO}_2 \geq 1$ и $\leq 4\%$;

менее 1% примесей (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3), и не содержит F при следующих соотношениях компонентов: $\text{ZrO}_2 + \text{TiO}_2 \geq 17\%$; $\text{ZrO}_2 / \text{TiO}_2 \geq 6$. Стекловолокно, полученное из такого состава, может быть использовано для армирования неорганических материалов, например цемента, или органических материалов, например пластиков. Технический результат изобретения - получение стекловолокну, стойкого к воздействию щелочей и кислот. 4 н. и 10 з.п. ф-лы, 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21), (22) Application: **2008116344/03, 23.10.2006**(24) Effective date for property rights:
23.10.2006(30) Priority:
28.10.2005 FR 0553288(43) Application published: **10.12.2009**(45) Date of publication: **20.12.2010 Bull. 35**(85) Commencement of national phase: **28.05.2008**(86) PCT application:
FR 2006/051085 (23.10.2006)(87) PCT publication:
WO 2007/048965 (03.05.2007)

Mail address:
119034, Moskva, Prechistenskij per., 14, str.1, 4-j ehtazh, "Goulingz Internehshnl Ink.", pat.pov. Ju.V.Dement'evoy, reg.№ 560

(72) Inventor(s):

**LEKOMT Ehmmanuehl' (FR),
DALL'E Ehrlik (FR),
BERTERO Ann (FR)**

(73) Proprietor(s):

SEhNT-GObEhN VETROTEKS FRANS S.A. (FR)

(54) COMPOSITION OF ALKALI- AND ACID-RESISTANT GLASS, FIBRE GLASS OBTAINED FROM SAID GLASS AND COMPOSITE CONTAINING FIBRE GLASS

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to composition of alkali- and acid-resistant glass, reinforcing fibre glass obtained from said glass, and composites containing said fibre glass. Said glass contains the following, wt %: $\text{SiO}_2 \geq 58\%$, preferably $\leq 65\%$; ZrO_2 15-20%; R_2O ($\text{R}=\text{Na}, \text{K}$ or Li) $\geq 14\%$; $\text{K}_2\text{O} \leq 0.1\%$, preferably $\leq 0.05\%$; RO ($\text{R}=\text{Mg}, \text{Ca}$ or

Sr) 2.5-6%; $\text{MgO} \leq 4\%$; $\text{TiO}_2 > 1$ and $\leq 4\%$; less than 1% impurities ($\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Cr}_2\text{O}_3$), and does not contain F, with the following ratio of components: $\text{ZrO}_2 + \text{TiO}_2 \geq 17\%$; $\text{ZrO}_2 / \text{TiO}_2 \geq 6$. Fibre glass obtained from said composition can be used to reinforce inorganic materials, for example cement, or organic materials, for example plastic.

EFFECT: obtaining fibre glass resistant to alkali and acid.

14 cl, 1 tbl

Изобретение касается состава стекла, стойкого к воздействию щелочей и кислот, из которого изготавливают стекловолокно для усиления неорганических или органических материалов, получаемого стекловолокна и усиленных (или композитных) материалов, содержащих такое стекловолокно.

С давних пор стойкое к щелочам стекловолокно используют для усиления материалов с высоким содержанием щелочей, например, изготавливаемых на основе цемента. Однако смешанное с цементом стекловолокно постепенно разрушается, и, в конце концов, его нити рвутся. В таком состоянии стекловолокно не может должным образом выполнять свою функцию усиления: механические свойства усиливаемого материала, в частности предел прочности на разрыв и предел прочности на изгиб, ухудшаются, делая материал более хрупким.

Обычно стойкости стекла к щелочам добиваются, добавляя в стекло оксид циркония ZrO_2 . Однако ZrO_2 значительно повышает вязкость стекломассы и температуру формования (то есть температуру, при которой вязкость стекломассы равна 10^3 пуаз, обозначаемую $T_{Log \eta=3}$), что приводит к повреждению фильеры, из которой филаментарное волокно выходит и механически вытягивается, прежде чем сформировать стеклянную нить или нити.

Кроме того, введение ZrO_2 в стекломассу повышает температуру ликвидуса стекла (то есть температуру появления первых кристаллов при медленном охлаждении расплавленного стекла, обозначаемую T_{liq}), увеличивая риск расстеклования при плавлении и формировании нитей, от чего филаментарное волокно рвется.

Поэтому известные составы стойкого к щелочам стекла обычно содержат относительно немного ZrO_2 и других веществ, чтобы стеклянные нити формировались в приемлемых условиях.

Некоторые составы стекла, содержащие по весу от 8 до 25% ZrO_2 , описаны в патентах SU-A-151298, DD-A-293105 и US-B-6627569. Другие составы стекла, в которые добавлен TiO_2 для улучшения условий образования волокна, описаны в патентах WO-A-92/06931, US-B-5064785, CN-A-1500763 и CN-A-1046147.

В патенте US-B-4345037 описаны стойкие к воздействию щелочей виды стекловолокна, служащего для усиления цемента. Они содержат по весу от 0,1 до 1% Cr_2O_3 и от 0,5 до 16% хотя бы одного оксида редкоземельного элемента и TiO_2 . Их стойкости к щелочам добиваются расплавлением в неокисляющих условиях, когда значительная часть хрома находится в форме трехвалентного хрома. Однако такие волокна могут содержать шестивалентный хром, известный своими токсическими свойствами, представляющими опасность для живых существ.

Впрочем, стекловолокно, содержащее ZrO_2 , используется и для усиления пластмасс типа полиэфирных смол.

В патенте GB-A-965018 описан процесс изготовления стеклянных нитей с высокой светопередачей, основанной на сочетании ZrO_2 в количестве от 3 до 10% с Al_2O_3 в количестве от 4 до 12% и CaO в количестве от 3 до 10%. Кроме того, такие стеклянные нити обладают высокой гидролитической стойкостью и хорошей стойкостью к воздействию кислот.

Предметом настоящего изобретения является состав стекла, из которого можно получать стекловолокно для усиления как щелочных материалов, в частности, на основе цемента, так и пластмасс, контактирующих с кислотами. Стекло с таким составом может использоваться в обычных условиях, на существующих и недорогих установках для производства стекловолокна.

Это достигается благодаря особому составу стойкого к щелочам и кислотам стекла,

служащего для производства стекловолокна. Такое стекло характеризуется тем, что содержит следующие компоненты в указанных ниже количествах, выраженных в процентах в весовом отношении:

| | | |
|----|-----------------------------------|--------------------------------|
| 5 | SiO ₂ | ≥58%, предпочтительно ≤ 65% |
| | ZrO ₂ | 15-20% |
| | R ₂ O (R=Na, K или Li) | ≥14% |
| | K ₂ O | ≤0,1%, предпочтительно ≤ 0,05% |
| | RO (R=Mg, Ca или Sr) | 2,5-6% |
| 10 | MgO | ≤4% |
| | TiO ₂ | >1 и ≤4% |

Кроме того, в этом стекле вообще нет фтора, оно содержит менее 1% примесей (Al₂O₃, Fe₂O₃, Cr₂O₃) и обеспечивает следующие соотношения:

15 $ZrO_2 + TiO_2 \geq 17\%$
 $ZrO_2 / TiO_2 \geq 6.$

В частности, состав стекла, являющегося предметом изобретения, характеризуется тем, что разница между температурой формования нитей ($T_{Log \eta=3}$) и температурой
 20 ликвидуса (T_{lig}) составляет минимум 60°C, что достаточно для того, чтобы образование стекловолокна проходило в нормальных условиях. Предпочтительно, чтобы эта разница составляла не менее 80°C.

Кроме того, температура формования не превышает 1320°C (предпочтительно 1310°C), что соответствует вполне приемлемой температуре, не вызывающей слишком
 25 интенсивного нагрева стекла и позволяющей максимально уменьшить износ фильеры.

Согласно другому воплощению изобретения состав стекла обеспечивает соотношение $Na_2O/ZrO_2 \geq 0,75$.

Согласно изобретению оксид SiO₂ образует решетку стекла, играя основную роль в
 30 обеспечении его стабильности. Если содержание SiO₂ ниже 58%, вязкость стекломассы становится слишком слабой и риск расстеклования во время образования волокна возрастает. Обычно содержание SiO₂ поддерживается на уровне 65% или ниже, так как при его превышении стекломасса становится очень вязкой и тугоплавкой.

Предпочтительно, чтобы содержание в ней SiO₂ находилось в пределах от 59 до 63%.

Оксид ZrO₂ играет главную роль в придании стойкости к воздействию щелочей;
 следовательно, его содержание должно быть не ниже 15%. Кроме того, ZrO₂ улучшает
 40 стойкость к воздействию кислот. Предпочтительно содержание TiO₂ не менее 1% при содержании ZrO₂ свыше 18%, чтобы можно было получить достаточную температуру ликвидуса. При содержании ZrO₂ свыше 20% возрастает риск расстеклования во время образования волокна.

Оксиды NaO₂ и Li₂O используются в качестве флюса для улучшения плавки, позволяя, в частности, уменьшить вязкость и получить наилучшую солубилизацию
 45 (коллоидное растворение) ZrO₂ в стекломассе. Предпочтительно содержание Li₂O ниже 0,5%, чтобы не завышать стоимость стекла (сырье для производства Li₂O дорого), но еще лучше, если это вещество будет вовсе в нем отсутствовать.

Наличие в стекле K₂O в качестве флюса нежелательно, в основном, по причине
 50 высокой стоимости содержащего этот оксид сырья, которая является важной составляющей стоимости готового стекла. K₂O может присутствовать как примесь в обратимых в стекло исходных материалах в количестве, равном 0,1% или меньшем (предпочтительно равном или меньшем 0,05%, или еще лучше, если K₂O будет вообще

отсутствовать в стекломассе).

Согласно изобретению содержание R_2O должно быть не ниже 14%.

Предпочтительно, если оно будет ниже 18%, чтобы не ухудшилась гидролитическая стойкость стекла.

Оксиды MgO , CaO и SrO позволяют регулировать вязкость стекломассы и контролировать процесс расстеклования. Содержание MgO поддерживается на уровне ниже 4%, чтобы сохранять приемлемую температуру ликвидуса, обычно не доходящую до $1220^{\circ}C$. Предпочтительно, если это вещество будет вообще отсутствовать. Обычно в составе стекла совсем не содержится SrO .

Содержание RO колеблется между 2,5 и 6%. При его содержании ниже 2,5% снижается гидролитическая стойкость стекла. При содержании свыше 6% снижается растворимость ZrO_2 в стекломассе.

Оксид TiO_2 играет роль разжижителя и содействует повышению стойкости к воздействию щелочей и кислот. Содержание TiO_2 должно быть выше 1%. При содержании выше 4% возрастает риск расстеклования и стекло приобретает весьма интенсивную желтую окраску.

В составе стекла отсутствует F , нежелательный элемент, который генерирует загрязняющие выбросы во время плавки и разъедает огнеупорные элементы печи.

Согласно изобретению стекломасса может содержать до 1% неизбежных примесей, привносимых исходными материалами для производства стекла и/или отходящих от огнеупорных элементов печи. Примеси состоят из Al_2O_3 , оксидов железа (Fe_2O_3) и Cr_2O_3 . Обычно содержание Al_2O_3 ниже 0,5%. Предпочтительно содержание Fe_2O_3 не свыше 0,5%, чтобы неисправимо не испортить цвет стекловолокна и не нарушить функционирование установки по его производству, в частности процессы теплопередачи в печи. Лучше, если содержание Cr_2O_3 будет ниже 0,05%, а еще лучше, если этот оксид будет вообще отсутствовать.

Из стекломассы описанного выше состава стекловолокно получают следующим образом: из многочисленных отверстий, расположенных в нижней части одной или нескольких фильер, вытягивается множество струй расплавленного стекла в форме одного или нескольких пластов непрерывных волокон, соединяемых затем в одну или несколько нитей и собираемых на движущейся подставке. Эта подставка может вращаться, если нити собираются в форме витков, или находиться в поступательном движении, если нити обрезаются устройством, одновременно служащим для их вытяжки, или если нити выбрасываются устройством, служащим для их вытяжки в форме мата.

Полученное стекловолокно может иметь, возможно, в результате иных операций обработки, разную форму: нити непрерывные или обрезные, тканые или трикотажные материалы, жгуты, ленты или маты, состоящие из волокон диаметром приблизительно от 5 до 30 микрон.

Расплавленное стекло, подающееся в фильеры, получают из исходных материалов, чистых или чаще всего природного происхождения (то есть в них могут содержаться примеси в ничтожных количествах). Эти материалы смешиваются в соответствующих пропорциях, а затем плавятся. Температура расплава регулируется традиционным способом, чтобы обеспечить образование волокон и избежать проблем, порождаемых расстеклованием. До собирания в нити волокна обычно покрываются замасливающим составом, защищающим их от абразии и облегчающим их последующее соединение с усиливаемыми материалами. Замасливающий состав может быть на водной или безводной основе (содержащий менее 5% растворителя в весовом

отношении), например, таким, который описан в патентах WO-A-01/90017 и FR-A-2837818.

При необходимости, до и/или после их формирования стекловолокно может подвергаться тепловой обработке в целях просушки и/или полимеризации замасливателя.

Полученное стекловолокно может использоваться для усиления неорганических материалов, в частности, с большим содержанием щелочей, таких как материалы на цементе и органические материалы, в частности пластмассы.

Среди неорганических материалов, которые можно усиливать, материалы на основе цемента: цемент, бетон, строительный раствор, гипс, шлак, составы, получаемые в результате реакции извести, кремния и воды, смеси этих исходных материалов с другими материалами, например смеси цемента, полимерных материалов и наполнителей (обмазок).

Усиление может осуществляться непосредственно, путем добавления стекловолокна в цементные составы, или косвенно, с помощью стекловолокна, предварительно смешанного с органическим материалом, например, чтобы формировать композитные элементы, используемые в качестве арматуры для железобетона.

Согласно изобретению органическими материалами, которые можно усиливать стеклянными нитями, являются термопластичные или термореактивные пластмассы, предпочтительно термореактивные.

В качестве примера, среди термопластичных пластмасс можно упомянуть такие полиолефины, как полиэтилен, полипропилен и полибутилен, такие полиэфирные смолы, как терефталат полиэтилена и терефталат полибутилена, полиамидные волокна, полиуретановое волокно и смеси этих материалов.

В качестве примера, среди термореактивных пластмасс можно упомянуть полиэфирные волокна, например винилово-эфирные, фенолформальдегидные, эпоксидные, полиакриловые смолы и смеси этих материалов. Предпочтительны винилово-эфирные смолы, в частности, изофталевого типа, более устойчивые к коррозии.

Как указывалось выше, стекловолокно можно использовать в виде непрерывных нитей (например, в форме «пирожков» или стекловолокнистой ткани (Stratofil), сеток, тканых материалов) или отрезных нитей (например, в форме нетканых материалов, таких как покрывала или маты). Их внешний вид зависит от усиливаемого материала и применяемой технологии.

Согласно изобретению непрерывные стеклянные нити могут использоваться для изготовления полых изделий, таких как трубы или цистерны, известным методом намотки филаментарного стекловолокна, который заключается в помещении усилителя, например куска стекловолокнистой ткани (Stratofil), пропитанного органическим веществом, на сердечник, вращающийся вокруг своей оси. Такие полые изделия предназначены, в частности, для сбора и отвода сточных вод (трубы), хранения и транспортировки химических продуктов (цистерны и контейнеры). Что касается отрезных нитей, они используются для усиления красок или мастик, приготовления композитов методом контактного формования.

Мотки нитей могут служить для изготовления сеток (решеток) или тканых материалов, вводимых в материалы на основе цемента для уменьшения их подверженности растрескиванию и разрушению в результате землетрясений или при ремонте инженерных сооружений (мостов, туннелей, дорог и т.п.). Намотанные нити могут использоваться и в производстве композитных профилей методом интрузии, то

есть пропускания пропитанного органическим веществом усилителя через нагретую фильеру. Такие композитные профили используются, в частности, в качестве строительных конструкций в тех отраслях промышленности, где материалы должны обладать повышенной стойкостью к щелочам и кислотам, например в химической, нефтяной промышленности и в портовом хозяйстве.

Обычно стеклянные нити включаются в усиливаемые органические и неорганические материалы в такой пропорции, чтобы стекло составляло по объему от 15 до 80% конечного материала, предпочтительно от 20 до 60% его объема.

В конечном композитном продукте стекловолокно может быть единственным элементом, усиливающим органический или неорганический материал, или сочетаться в нем с другими элементами, такими как металлическая проволока и/или минералы, в частности керамика.

Состав стекла, соответствующий изобретению, позволяет получать стекловолокно, стойкость которого к щелочам сравнима со стойкостью стекловолокна, используемого для усиления щелочных материалов при повышении стойкости к воздействию кислот, на традиционных установках, не изменяя условия их эксплуатации, это стекло экономично в производстве.

Композитные материалы, изготавливаемые с применением этого усиливающего стекловолокна, обладают высокими механическими свойствами в коррозионной, щелочной, кислотной и влажной среде, в частности, когда эта среда может со временем изменяться; улучшение их свойств явно наблюдается в условиях кислотной коррозии.

Приводимые ниже примеры позволяют иллюстрировать изобретение без ограничения его.

Нити из стеклянных волокон диаметром 17 микрон получают путем вытяжки струй расплавленного стекла, состав которого указан в Таблице в весовом процентном содержании.

На своем пути нити покрывают замасливателем на водной основе, а затем собирают в нити, которые, в свою очередь, образуют мотки.

В производстве стекловолокна для усиления материалов, содержащих цемент, используется обычный замасливатель, способный предотвращать растрескивание бетона (anti-crack HD[®] компании Сэнт-Гобэн). Получаемые нити собираются в форме «пирожков».

В производстве стекловолокна для усиления пластмасс используется замасливатель, подобный описанному в Примере 1 патента FR 2809389. Нити собираются в виде стекловолоконной ткани (Stratifil).

Стекловолокно сушится при температуре 130°C в течение 12 часов перед включением его в изделия из цемента или пластика для образования композитов.

Использование стекловолокна и механические испытания композитных материалов описаны ниже.

А - Усиление изделий из цемента

Формируют композитный материал, содержащий стеклянную нить, центральная часть которой вставлена в цементный блок. Нить помещают в центре формы со следующими внутренними размерами: L=30 мм, Н=10 мм, Р=10 мм, после чего форма заполняется цементной смесью следующего состава: 75 частей цемента «Портленд», 25 частей песка и 32 части воды. Композит обрабатывается при температуре 20-25°C и относительной влажности 90-100% в течение 24 часов.

Затем композит подвергается испытанию на старение путем погружения в воду с

температурой 80°C на 4 суток. Затем на композите измеряют предел прочности на разрыв при растяжении в мПа, условно называемый «пределом прочности SIC» (Stand in Cement). Предел прочности SIC характеризует чувствительность к щелочному воздействию цемента на стекло.

5 Величины предела прочности SIC и превышение ими (в %) величин, указанных в Примере 11 (эталон), даются в Таблице.

В - усиление пластмасс

10 Стекловолокно используется для изготовления композитных пластин с параллельными нитями в соответствии со стандартом ISO 1268-5. Усиливаемой смолой является изофталевая полиэфирная смола, продаваемая под названием «Synolite 1717» компанией «DSM». В эту смолу добавляют 1,5 части отвердителя (TRIGONOX HM, продается компанией «AKZO») на 100 весовых частей смолы.

15 Каждая пластина содержит 50% стекла по весу, и ее толщина равна 3 мм. После этого пластины обрабатываются при температуре 80°C в течение 2 часов, а затем при температуре 120°C в течение 4 часов, чтобы завершилось образование полной сетчатой структуры смолы. Пластины делятся на две группы, которые проходят следующие испытания:

20 а) Предел прочности при изгибе

На пластинах первой группы измеряется предел прочности при изгибе в трех точках в соответствии со стандартом ISO 14125, в мПа, до и после обработки в кипящей воде в течение 24 часов. Величина предела прочности при изгибе для 100% стекла приводится в Таблице.

25 Величина предела прочности при изгибе характеризует стойкость стекловолокна к воздействию воды в условиях ускоренного старения.

б) Стойкость к воздействию кислот

30 Пластины второй группы защищаются по краям слоем эпоксидной смолы толщиной 1-2 мм. Затем каждая пластина подвергается постоянному напряжению при изгибе в трех точках в растворе кислоты (HCl 1 N; 25°C). Измеряется время разрушения композита в условиях напряжения разрушения при изгибе (стандарт ISO 14125) и строят кривую предела прочности при изгибе в зависимости от времени. По этой кривой определяют величину напряжения при изгибе («предел прочности CSC» - 35 Corrosion Sous Contrainte = Коррозия под напряжением) в мПа, необходимую для разрушения композита после 1000 часов старения.

Результаты измерения предела прочности CSC даются в Таблице.

40 Примеры с 1 по 6 являются примерами согласно изобретению, а примеры с 7 по 11 приведены для сравнения.

Примеры с 7 по 9 соответствуют составам стекла с весовым соотношением ZrO_2/TiO_2 ниже 6.

45 Пример 10 соответствует составу стекла для производства стекловолокна, устойчивого к воздействию щелочей, используемого для усиления материалов, содержащих цемент (Sem-FIL[®], продаваемых компанией «Сэнт-Гобэн Ветротекс»).

Пример 11 соответствует другому составу на основе K_2O , позволяющему получать стекловолокно, стойкое к воздействию щелочей, служащее для усиления материалов на основе цемента.

50 Согласно изобретению стекловолокно сочетает в себе высокие показатели стойкости к воздействию щелочей (в частности, показатель предела прочности SIC улучшен по сравнению с Примером 10 и сравним с показателями в Примере 11) с более высокой стойкостью к воздействию кислот.

Кроме того, разница температур $T_{\text{Log}} \eta=3 - T_{\text{lig}}$ значительно выше величин, указанных в сравнительных примерах с 7 по 9, и сопоставима с величинами, указанными в Примере 10.

| | | | | | | | | | | | | |
|----|---|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 5 | Примеры | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | SiO ₂ (%) | 61,10 | 60,10 | 61,60 | 60,60 | 59,85 | 59,85 | 59,10 | 59,10 | 61,10 | 61,80 | 60,25 |
| | ZrO ₂ (%) | 17,50 | 17,05 | 17,05 | 18,05 | 19,00 | 18,00 | 18,05 | 18,05 | 17,05 | 16,70 | 19,20 |
| | Al ₂ O ₃ | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,25 |
| | Na ₂ O (%) | 14,00 | 14,45 | 14,45 | 14,45 | 16,00 | 16,05 | 13,45 | 14,45 | 13,45 | 14,80 | 13,95 |
| 10 | CaO (%) | 5,00 | 5,75 | 4,25 | 4,25 | 3,00 | 3,00 | 5,75 | 4,75 | 4,75 | 5,80 | 0,60 |
| | TiO ₂ (%) | 2,00 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 1,75 | 2,25 | 3,25 | 3,25 | 3,25 | 0,10 | 1,90 |
| | K ₂ O (%) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2,35 |
| | Li ₂ O | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,1 |
| 15 | ZrO ₂ +TiO ₂ (%) | 19,50 | 19,30 | 19,30 | 20,30 | 20,75 | 20,25 | 21,30 | 21,30 | 20,30 | 17,00 | 21,00 |
| | ZrO ₂ /TiO ₂ (%) | 9,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 11,00 | 8,00 | 5,6 | 5,6 | 5,00 | 167,00 | 10,00 |
| | T _{Log} $\eta=3$ | 1300 | 1281 | 1300 | 1302 | 1303 | 1283 | 1299 | 1293 | 1280 | 1290 | 1287 |
| | T _{liq} (°C) | 1200 | 1190 | 1170 | 1190 | 1210 | Н.д. | 1300 | 1270 | 1250 | 1180 | 1140 |
| | T _{Log} $\eta=3 - T_{\text{liq}}$ (°C) | 100 | 91 | 130 | 112 | 93 | Н. | -1 | 23 | 30 | 110 | 147 |
| 20 | Стойкость к воздействию щелочей Напряжение разрушения SIC (мПа) | Н.д. | Н.д. | Н.д. | 425 (+21%) | Н.д. | Н.д. | Н.д. | Н.д. | Н.д. | 350 | 430 |
| | Влажное старение До (мПа) | Н.д. | Н.д. | Н.д. | 2180 | Н.д. | Н.д. | Н.д. | Н.д. | Н.д. | 2350 | Н.д. |
| 25 | После (мПа) | Н.д. | Н.д. | Н.д. | 960 | Н.д. | Н.д. | Н.д. | Н.д. | Н.д. | 1110 | Н.д. |
| | Остаточное напряжение разрушения при изгибе (%) | Н.д. | Н.д. | Н.д. | 45 | Н.д. | Н.д. | Н.д. | Н.д. | Н.д. | 47 | Н.д. |
| | Стойкость к воздействию кислот Напряжение разрушения CSC (мПа) | Н.д. | Н.д. | Н.д. | 950 | Н.д. | Н.д. | Н.д. | Н.д. | Н.д. | 700 | Н.д. |
| 30 | Н.д. - нет данных | | | | | | | | | | | |

Формула изобретения

1. Состав стекла, стойкого к воздействию щелочей и кислот, для изготовления усиливающего стекловолокна, включающий, вес. %:

| | | |
|----|-----------------------------------|---------------------------------|
| | SiO ₂ | ≥ 58%, предпочтительно ≤ 65% |
| | ZrO ₂ | 15-20% |
| | R ₂ O (R=Na, K или Li) | ≥ 14% |
| 40 | K ₂ O | ≤ 0,1%, предпочтительно ≤ 0,05% |
| | RO (R=Mg, Ca или Sr) | 2,5-6% |
| | MgO | ≤ 4% |
| | TiO ₂ | < 1 и ≤ 4% |

менее 1% примесей (Al₂O₃, Fe₂O₃, Cr₂O₃) и имеет следующие соотношения: ZrO₂+TiO₂ ≥ 17%

ZrO₂/TiO₂ ≥ 6.

2. Состав стекла по п.1, в котором соотношение Na₂O/ZrO₂ ≥ 0,75.

3. Состав стекла по п.1, в котором содержание Li₂O составляет менее 0,5%, а предпочтительно равно нулю.

4. Состав стекла по п.1, в котором содержание R₂O составляет менее 18%.

5. Состав стекла по п.1, в котором отсутствует SrO.

6. Состав стекла по п.1, который обеспечивает разницу между температурой формования нитей ($T_{\text{Log}\eta}=3$) и температурой ликвидуса T_{Lig} не менее 60°C , предпочтительно 80°C .

7. Состав стекла по п.6, у которого температура формования не превышает 1320°C , предпочтительно 1310°C .

8. Стекловолокно для усиления органических или неорганических материалов, полученное из состава стекла по любому из пп.1-7.

9. Применение стекловолокна по п.8 для усиления неорганических материалов, особенно содержащих много щелочи, таких как материалы на основе цемента, и органических материалов, в частности пластиков.

10. Композит из стекловолокна и неорганических или органических материалов, содержащий стекловолокно по п.8.

11. Композит по п.10, в котором неорганический материал выбирают из содержащих цемент материалов, таких как цемент, бетон, строительный раствор, гипс, шлак и вещества, образованные в результате реакции между известью, кремнием и водой.

12. Композит по п.10, в котором органический материал выбирают из термопластичных или термореактивных пластиков.

13. Композит по п.12, в котором термопластичный материал выбирают из полиолефинов, полиэфирных смол, полиамидов, полиуретанов и смесей этих компонентов.

14. Композит по п.12, в котором термореактивный материал выбирают из полиэфирных, фенолоформальдегидных, эпоксидных, полиакриловых смол и смесей этих компонентов.