

ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **24602**
(13) **С1**
(45) **2025.05.20**
(51) МПК
С 03С 13/04 (2006.01)

(54) **СТЕКЛО ДЛЯ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА**

(21) Номер заявки: а 20240136 (22) 2024.06.10 (71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ) (72) Авторы: Дяденко Михаил Васильевич; Левицкий Иван Адамович (ВУ)	(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ) (56) ВУ 19647 С1, 2015. ВУ 15310 С1, 2012. SU 1767817 А1, 1996. RU 2051870 С1, 1996.
--	--

(57)

Стекло для защитной оболочки оптического волокна, включающее SiO₂, B₂O₃, Na₂O, K₂O, CoO и NiO, отличающееся тем, что дополнительно содержит MgO и Mn₂O₃ при следующем соотношении компонентов, мас. %:

SiO ₂	30,0-51,5
B ₂ O ₃	30,0-51,5
Na ₂ O	2,50-18,0
K ₂ O	1,00-10,0
CoO	0,10-0,20
NiO	0,10-0,45
MgO	0,10-4,0
Mn ₂ O ₃	0,10-0,45.

Изобретение относится к составам стекол, которые предназначены для получения защитной оболочки жесткого оптического волокна.

Использование данного типа стекол обеспечивает предупреждение потерь световой энергии, распространяющейся вдоль оптического волокна при отражении от поверхности "световедущая жила - светоотражающая оболочка", а также служит оптической изоляцией единичного волокна в пучке оптических волокон.

Стекло данного типа должно характеризоваться отсутствием признаков фазового разделения в процессе длительных изотермических выдержек при изготовлении волоконно-оптических элементов, а также обеспечивать требуемую термомеханическую прочность оптического волокна за счет согласования стекол световедущей жилы и защитной оболочки по величине температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) и вакуум-плотность готового волоконно-оптического элемента, которая достигается требуемыми показателями вязкости. Оптическая плотность стекла защитной оболочки в интервале 450-540 нм не должна превышать значения 2,0.

Известно стекло для защитной оболочки оптического волокна, состав которого включает, мас. %: SiO₂ 58,0-67,0; B₂O₃ 12,0-21,0; Al₂O₃ 2,0-5,0; Na₃O 2,0-10,0; K₂O 3,0-10,0;

ВУ 24602 С1 2025.05.20

CaO 0,5-2,0; BaO 0,5-8,0; Mn₂O₃ 0,01-0,5; Cr₂O₃ 0,01-0,3; CoO 0,01-0,2; Li₂O 0,5-5,0; MgO 0,1-0,6 [1].

Использование стекла данного состава в качестве защитной оболочки вызывает значительную диффузию красителей в световедущую жилу при производстве волоконно-оптических элементов, обеспечивающих поворот изображения на 180°, - поворотников.

Известен также состав стекла защитной оболочки оптического волокна, который включает, мас. %: SiO₂ 56,2-70,2; B₂O 33,0-8,0; Al₂O₃ 1,0-6,0; Na₂O 7,2-16,0; K₂O 5,0-10,5; CaO 0,5-3,5; BaO 1,0-4,0; MgO 0,5-4,5; CoO 0,2-0,6; Mn₂O₃ 0,2-0,6; Cr₂O₃ 0,3-6,0; Fe₂O₃ 0,1-0,3 [2].

Данное стекло обладает величиной ТКЛР, составляющей $(74,5-75,8) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ показателем преломления n_0 - 1,4986-1,5199. Однако стекло данного состава проявляет признаки кристаллизации и ликвационного фазового разделения в интервале температур 600-1000 °С при изотермической выдержке в течение 6-36 ч.

Наиболее близким к предлагаемому является состав оптического стекла для защитной оболочки, включающий, мас. %: SiO₂ 59,0-70,0; B₂O₃ 3,0-11,8; Al₂O₃ 2,0-6,0; Na₂O 2,0-7,0; K₂O 8,0-14,0; CaO 1,0-6,5; BaO 0,2-4,0; CoO 0,1-0,6; ZnO 0,1-4,0; NiO 0,1-0,6 [3].

Оптическая плотность стекла приведенного состава $D_{\lambda=450}$ изменяется в интервале 2,2-2,3, а $D_{\lambda=540}$ - 2,2-2,5. Стекло устойчиво к кристаллизации в течение 24 ч в интервале температур 600-1000 °С.

Данное соотношение компонентов не обеспечивает требуемых показателей вязкости в температурном интервале получения одно- и многожильного оптического волокна штабиковым методом и волоконно-оптических элементов на их основе, а также вызывает значительную диффузию красителей из стекла защитной оболочки в световедущую жилу, исключая получение кондиционной волоконно-оптической продукции [4].

Задачей предлагаемого изобретения является снижение температуры, соответствующей показателям вязкости $\lg \eta = 9$ и $\lg \eta = 7$, на 90-110 °С с целью стабилизации геометрических параметров жесткого оптического волокна, обеспечение величины термического расширения в пределах $(79 \pm 2) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, а также достижение требуемых показателей поглощения световой волны в видимом диапазоне при минимальной диффузии красителей в световедущую жилу в процессе производства волоконно-оптической продукции.

Решение поставленной задачи достигается тем, что стекло для защитной оболочки, включающее SiO₂, B₂O₃, Na₂O, K₂O, CoO, NiO, отличается тем, что дополнительно содержит MgO и Mn₂O₃ при следующем соотношении компонентов, мас. %:

SiO ₂	30,0-51,5
B ₂ O ₃	30,0-51,5
Na ₂ O	2,50-18,0
K ₂ O	1,0-10,0
CoO	0,10-0,20
NiO	0,10-0,45
MgO	0,10-4,00
Mn ₂ O ₃	0,10-0,45.

Данное содержание компонентов обеспечивает получение стекла для защитной оболочки, ТКЛР которого составляет $(77,42-80,57) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$.

Совместное введение оксидов бора, натрия и калия в указанном количестве и соотношении, которое позволяет стеклу защитной оболочки сохранить высокую устойчивость к фазовому разделению на технологических стадиях производства волоконно-оптической продукции, а также снизить показатели вязкости в сравнении с таковыми для стекла промышленного состава марки ВТО-73, обеспечивая вакуум-плотность готового волоконно-оптического изделия, по литературным и патентным источникам нами не установлено.

Кроме того, введение красителей CoO, NiO и Mn₂O₃ в указанном количестве и соотношении, которое обеспечивает требуемую оптическую плотность стекла защитной обо-

лочки, по литературным данным и источникам патентной информации нами не установлено.

Для приготовления шихты при варке стекол для защитной оболочки оптического волокна используют кварцевую крупку, борную кислоту, соду кальцинированную, поташ, оксид магния, оксид кобальта (II), оксид никеля (II) и перманганат калия KMnO_4 .

Шихту готовят традиционным порошковым способом.

Стекло синтезируют в электрической стекловаренной печи камерного типа в платиновом тигле в интервале температур $1400-1470^\circ\text{C}$, а вырабатывают способом свободного формования. Получение оптического волокна с использованием заявленного стекла осуществляется штабиковым методом.

Изобретение поясняется выполнением конкретных примеров.

Пример.

Шихтовые составы взвешивают и подвергают тщательному перемешиванию в течение не менее 60 мин. Стекло синтезируют в электрической печи периодического действия в платиновом тигле до полного провара шихты и осветления стекломассы. Стекло формуют, затем подвергают отжигу при температуре $570 \pm 5^\circ\text{C}$. На полученных образцах осуществляют измерение оптических свойств, затем из данных заготовок изготавливают образцы для определения ТКЛР и вязкости, а также для оценки кристаллизационной способности стекла.

Примеры предлагаемых составов стекол и состав прототипа приведены в табл. 1, а основные свойства синтезированных стекол и прототипа - в табл. 2.

Таблица 1

Составы предлагаемых стекол и прототипа

Составляющие оксиды	Составы стекол, мас. %					
	1	2	3	4	5	прототип
SiO_2	31,7	49,9	51,5	30,0	40,3	59,0-70,0
B_2O_3	51,5	30,0	34,9	48,9	43,0	3,00-11,8
Na_2O	2,50	18,0	4,20	12,0	8,90	2,00-7,00
K_2O	10,0	1,00	7,50	7,00	6,50	8,00-14,0
CoO	0,10	0,10	0,20	0,20	0,15	0,10-0,60
NiO	0,10	0,45	0,35	0,20	0,30	0,10-0,60
Al_2O_3	-	-	-	-	-	2,00-6,00
CaO	-	-	-	-	-	1,00-6,50
BaO	-	-	-	-	-	0,20-4,00
ZnO	-	-	-	-	-	0,10-4,00
MgO	4,00	0,10	1,00	1,50	0,55	-
Mn_2O_3	0,10	0,45	0,35	0,20	0,30	-

Таблица 2

Основные характеристики стекол заявляемых составов и прототипа

Характеристика свойств стекол	Составы стекол и их значения					
	1	2	3	4	5	прототип
1	2	3	4	5	6	7
Температура синтеза, $^\circ\text{C}$	1400 ± 5	1470 ± 5	1470 ± 5	1410 ± 5	1450 ± 5	(1440-1460) ± 10
Устойчивость к кристаллизации при изотермических выдержках в интервале $600-1000^\circ\text{C}$, ч	24	24	24	24	24	24

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
Температура, соответствующая показателям вязкости, °С:						
$\lg \eta = 9$	530,7	551,4	557,2	527,1	548,0	-
$\lg \eta = 8$	545,1	568,5	580,3	546,4	564,6	-
$\lg \eta = 7$	573,8	599,0	610,1	587,0	595,7	-
ТКЛР, $\alpha \cdot 10^7 \text{ K}^{-1}$	77,0	80,2	77,2	81,0	79,3	77,0-77,9
Оптическая плотность D_λ :						
$\lambda - 450 \text{ нм}$	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	2,2-2,3
$\lambda - 540 \text{ нм}$	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	2,2-2,5
Диффузия ионов-красителей в световедущую жилу, %						
Co^{2+}	-	-	-	-	-	0,01-0,22
Ni^{2+}	-	-	-	-	-	0,02-0,24

Как видно из табл. 2, предлагаемые составы стекол, в сравнении с прототипом, обеспечивают согласованность со стеклом световедущей жилы по показателям вязкости, обеспечивая вакуум-плотность волоконно-оптических изделий.

Синтезированные стекла не проявляют признаков кристаллизации в процессе их формирования и получения волоконно-оптических изделий в интервале температур 500-1000 °С в течении 24 ч, обеспечивая стабильность данного производства. Невысокие значения оптической плотности позволяют использовать данную комбинацию красителей в составе стекла, исключая диффузию красителей в световедущую жилу и обеспечивая требуемую степень контрастности волоконно-оптического изделия.

Предлагаемые составы стекол будут использованы на ОАО "Завод "Оптик" (г. Лида) для производства жесткого оптического волокна штабиковым методом и волоконно-оптической продукции на его основе.

Источники информации:

1. SU 1767817 A1, 1996.
2. BY 15310 C1, 2006.
3. BY 19647 C1, 2015 (прототип).
4. ГАПРИНДАШВИЛИ Х.И. и др. Волоконная оптика. Материалы, технология, применение. Под. общ. ред. С.В. Свечникова. Тбилиси: Мецниереба. 1984, с. 140.