

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ (19) BY (11) 24719



(13) C1

(45) 2025.10.20

(51) МПК

C 03C 13/04 (2006.01)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(54)

## СТЕКЛО ДЛЯ СВЕТООТРАЖАЮЩЕЙ ОБОЛОЧКИ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

(21) Номер заявки: а 20240213

(22) 2024.10.01

(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Белорусский государственный тех-  
нологический университет" (BY)

(72) Авторы: Дяденко Михаил Василье-  
вич; Левицкий Иван Адамович  
(BY)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Белорусский государствен-  
ный технологический университет"  
(BY)

(56) BY 19544 C1, 2015.  
RU 2051870 C1, 1996.  
US 4768859, 1988.  
US 4367012, 1983.  
JP 64-42343 A, 1989.  
CN 109455928 B, 2022.  
SU 449892, 1974.

(57)

Стекло для светоотражающей оболочки оптического волокна, включающее SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O, отличающееся тем, что дополнительно содержит CeO<sub>2</sub> и Li<sub>2</sub>O при следующем соотношении компонентов, мас. %:

SiO <sub>2</sub>	37,0-52,0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35,0-50,0
Na <sub>2</sub> O	2,0-10,5
K <sub>2</sub> O	2,0-10,5
CeO <sub>2</sub>	0,05-0,40
Li <sub>2</sub> O	0,05-0,50.

Изобретение относится к составам стекол, которые предназначены для получения светоотражающей оболочки жесткого оптического волокна (одножильного световода).

Использование данного типа стекол обеспечивает полное внутреннее отражение светового луча, распространяющегося по световедущей жиле, и числовую апертуру жесткого оптического волокна не менее 1,0.

Стекло данного типа должно характеризоваться отсутствием признаков фазового разделения в процессе длительных изотермических выдержек при изготовлении волоконно-оптических элементов, а также должно обеспечивать требуемую числовую апертуру и термомеханическую прочность оптического волокна за счет согласования стекол световедущей жилы и светоотражающей оболочки по величине показателя преломления и температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) соответственно. Нормируемая геометрия и пропускная способность одножильного световода достигаются требуемыми показателями вязкости и оптических характеристик.

BY 24719 C1 2025.10.20

Известно оптическое стекло, содержащее, мас. %: SiO<sub>2</sub> 60,0-65,0; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 14,0-19,0; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5-9; Na<sub>2</sub>O 0-4; K<sub>2</sub>O 6,6-9,0; ZnO 0-4; TiO<sub>2</sub> 0,05-1,0; Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0-2 [1]. Стекло данного состава характеризуется температурой начала размягчения 440-550 °C и числом Аббе 60-68.

Недостатком данного стекла является повышенный показатель преломления, составляющий 1,47-1,53, что не позволит в полной мере обеспечить значения числовой апертуры оптического волокна не менее 1,0. Кроме того, стекло данного состава включает в себя оксид Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, относящийся к II-му классу опасности.

Известен также состав стекла для светоотражающей оболочки оптического волокна, включающий, мас. %: SiO<sub>2</sub> 70-74; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 15-20; K<sub>2</sub>O 5-9; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,5-3,0; BaO 0,5-1,0; SrO 0,5-1,5 [2]. Данное стекло характеризуется значением ТКЛР, составляющим  $(65,2-68,4) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ .

Недостатком стекла данного состава является сравнительно высокое значение показателя преломления, составляющее 1,5083-1,5143, что исключает получение на его основе оптического волокна с величиной апертуры не менее 1,0. Кроме того, синтез данного стекла осуществляется при температуре 1600 °C, требующей повышенного расхода топливно-энергетических ресурсов.

Наиболее близким к предлагаемому является состав оптического стекла [3], включающий, мас. %: SiO<sub>2</sub> 62,0-70,0; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 12,0-17,0; K<sub>2</sub>O 8,0-13,0; Na<sub>2</sub>O 1,0-3,0; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3,0-7,0; CaO 0,4-1,0; MgO 0,3-1,0; ZnO 0,3-1,0, при условии, что массовое отношение Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O составляет от 0,1 до 0,25, а массовое отношение суммы CaO, MgO, ZnO, K<sub>2</sub>O и Na<sub>2</sub>O к сумме оксидов SiO<sub>2</sub> и B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> составляет от 0,14 до 0,21 [3].

Стекло данного состава характеризуется сравнительно низким значением термического расширения, составляющим  $(60,25-68,65) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ , а также значениями показателя преломления, находящимися в интервале 1,4827-1,4881. Недостатком данного стекла является достаточно высокая температура синтеза, составляющая 1460-1500 °C, что исключает получение волоконно-оптических элементов с требуемой чистотой поля зрения и высокой контрастностью. Кроме того, соотношение компонентов в составе данного стекла не обеспечивает требуемые показатели вязкости в температурном интервале получения одно- и многожильного оптического волокна штабиковым методом и волоконно-оптических элементов на их основе.

Задачей предлагаемого изобретения является снижение температуры, соответствующей показателям вязкости  $\lg \eta = 9$  и  $\lg \eta = 7$ , на 90-110 °C с целью стабилизации геометрических параметров одножильного световода; обеспечение требуемой геометрии и пропускной способности одножильного световода за счет достижения требуемых показателей вязкости и оптических характеристик, величины показателя преломления в пределах 1,4885-1,4925, а термического расширения -  $(75 \pm 3) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ .

Решение поставленной задачи достигается тем, что стекло для светоотражающей оболочки оптического волокна, включающее SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O, отличающееся тем, что дополнительно содержит CeO<sub>2</sub> и Li<sub>2</sub>O при следующем соотношении компонентов, мас. %:

SiO <sub>2</sub>	37,0-52,0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35,0-50,0
Na <sub>2</sub> O	2,0-10,5
K <sub>2</sub> O	2,0-10,5
CeO <sub>2</sub>	0,05-0,40
Li <sub>2</sub> O	0,05-0,50.

Данное содержание компонентов обеспечивает получение стекла для защитной оболочки, ТКЛР которого составляет  $(72,40-78,00) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ .

Совместное введение оксидов лития, натрия, калия и бора в указанном количестве и соотношении, которое позволяет стеклу светоотражающей оболочки обеспечить требуемую числую апертуру оптического волокна, а также сохранить высокую устойчивость к фазовому разделению на технологических стадиях производства волоконно-оптической продукции и снизить показатели вязкости в сравнении с таковыми для стекла промыш-

# BY 24719 С1 2025.10.20

ленного состава марки ВО-50, обеспечивая требуемые геометрические параметры одножильного световода, по литературным и патентным источникам нами не установлено.

Кроме того, введение  $\text{CeO}_2$  в указанном количестве в боросиликатные стекла с параметрами  $R = (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{B}_2\text{O}_3$  и  $K = \text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$ , составляющими 0,25-0,38 и 0,75-1,48 соответственно, которое обеспечивает требуемые варочно-выработочные и оптические характеристики стекла светоотражающей оболочки, по литературным данным и источникам патентной информации нами не установлено.

Для приготовления шихты при варке стекол для светоотражающей оболочки оптического волокна используют кварцевую крупку, борную кислоту, соду кальцинированную, поташ, литий углекислый и оксид церия (IV).

Шихту готовят традиционным порошковым способом.

Стекло синтезируют в электрической стекловаренной печи камерного типа в платиновом тигле в интервале температур  $(1290-1340) \pm 5$  °C, а вырабатывают способом свободного формования. Получение одножильных световодов с использованием заявленного стекла осуществляется штабиковым методом.

Изобретение поясняется выполнением конкретных примеров.

## Пример 1.

Шихтовые составы взвешивают и подвергают тщательному перемешиванию в течение не менее 70 мин. Стекло синтезируют в электрической печи периодического действия в платиновом тигле до полного провара шихты и осветления стекломассы. Стекло формируют, затем подвергают отжигу при температуре  $530 \pm 5$  °C. На полученных образцах осуществляют измерение оптических постоянных и оптических характеристик, 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
$\text{SiO}_2$	44,00	52,00	41,50	45,80	37,0	62,0-70,0
$\text{B}_2\text{O}_3$	44,00	35,00	45,90	40,00	50,0	12,0-17,0
$\text{Na}_2\text{O}$	8,45	6,85	10,50	7,10	2,00	1,0-3,0
$\text{K}_2\text{O}$	3,00	6,00	2,00	6,75	10,5	8,0-13,0
$\text{Al}_2\text{O}_3$	-	-	-	-	-	3,0-7,0
$\text{CaO}$	-		-	--	-	0,4-1,0
$\text{MgO}$	-	-	-	-	-	0,3-1,0
$\text{ZnO}$	-	-	-	-	-	0,3-1,0
$\text{CeO}_2$	0,05	0,05	0,05	0,30	0,4	-
$\text{Li}_2\text{O}$	0,50	0,10	0,05	0,05	0,1	-

Таблица 2  
Основные характеристики стекол заявляемых составов и прототип

Наименование свойства	Значение свойства, соответствующее номеру стекла					
	1	2	3	4	5	прототип
Показатель преломления	1,4921±0,0002	1,4918±0,0002	1,4922±0,0002	1,4924±0,0002	1,4910±0,0002	1,4827-1,4881
Показатель ослабления, $\text{мм}^{-1}$	0,0016	0,0015	0,0013	0,0013	0,0015	-
ТКЛР, $\alpha \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$	77,1±0,2	72,6±0,2	75,4±0,2	72,5±0,2	77,8±0,2	60,25-68,65
Устойчивость к кристаллизации при изотермических выдержках в интервале 550-1000 °C, ч	24	24	24	24	24	6
Температура синтеза, °C	1300±5	1340±5	1300±5	1300±5	1290±5	1480±20
Температура, соответствующая показателям вязкости, °C: $\lg \eta = 12,3$	470,9	480,5	469,4	472,2	467,3	562-575
$\lg \eta = 10$	493,4	500,4	490,8	495,5	482,1	599-611
$\lg \eta = 9$	529,6	552,8	526,1	530,7	523,3	-
$\lg \eta = 8$	560,0	579,2	556,5	561,3	542,8	-
$\lg \eta = 7$	592,4	618,4	589,0	593,4	590,7	-
$\lg \eta = 6,5$	607,8	630,3	604,5	609,8	604,4	733-760
$\lg \eta = 1,0$	-	-	-	-	-	1433-1485

Как видно из табл. 2, предлагаемые составы стекол в сравнении с прототипом обеспечивают согласованность показателей свойств со стеклом световедущей жилы по термическому расширению и вязкостным характеристикам, термомеханическую прочность и требуемые геометрические параметры одножильного световода.

Синтезированные стекла не проявляют признаков кристаллизации в процессе их формования, а также получения жесткого оптического волокна и волоконно-оптических изделий в интервале температур 550-1000 °C в течение 24 ч, обеспечивая стабильность данного производства. Невысокие значения показателя ослабления позволяют использовать комбинацию  $\text{CeO}_2$  и оксидов щелочных металлов в составе стекла, обеспечивая требуемые оптические характеристики одножильного световода.

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.

# **BY 24719 C1 2025.10.20**

Источники информации:

1. US 7087542 B2, 2006.
2. BY 15310 C1, 2012.
3. BY 19544 C1, 2015.