

Рисунок 3 – Изменение водопоглощения композита с изменением содержания цемента в смеси

ЛИТЕРАТУРА

1 Заявка 2005109606 на выдачу патента, МКИ C04B38/00. Способ изготовления арболита / Трофимов В. И., Мартынова Н. С., Марченкова Ю.С. RU – N 2005109606/03; заявл. 04.04.2005; опубли. 09.10.2006. Бюл. № 22.

2 Влияние соотношения древесной стружки на свойства древесностружечных плит на цементном связующем / YanJian-min, YuYou-ming, BaoBin-fu, QianJun, YeLiang-ming, MaLing-fei // Zhejianglinyekeji = J. ZhejiangForest. Sci. and Technol. - 2005. - 25, № 5. - С. 13-16.

3 Руденко, Б. Д. Исследование процесса и разработка технологии цементно-стружечных плит из древесины лиственницы: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05/ Б.Д. Руденко. – Красноярск, 1980. – 143 с.

4 Дюк, В. Обработка данных на ПК в примерах / В.Дюк. - СПб.: Питер, 1997. - 240 с.

УДК 666.227.3

И.А. Левицкий, проф., д-р техн. наук;

Л.Ф. Папко, доц., канд. техн. наук;

М.В. Дяденко, ассист., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

СТЕКЛА ДЛЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

Изделия офтальмологической оптики – наиболее массовый вид продукции, выпускаемой ОАО «Завод «Оптик».

В настоящее время на предприятии реализован полный технологический цикл изготовления очковых стигматических однофокальных линз с диоптрией от –20 до +20 дптр из стекла марки БОК–3УФ с показателем преломления 1,525.

Предприятие обеспечивает рынок Республики Беларусь очковыми однофокальными стигматическими линзами. Однако на рынке

офтальмологической оптики в настоящее время возрастает потребность в высокотехнологичных очковых линзах: прогрессивных линзах, стигматических линзах с асферическими поверхностями, очковых линзах из стекла с высоким показателем преломления – 1,6; 1,7 и 1,8. В настоящее время изделия данной номенклатуры импортируются.

В связи с этим ОАО «Завод «Оптик» ставит задачу по освоению новых видов корригирующих линз, в том числе облегченных из высокоиндексного стекла, т. е. стекла с показателем преломления не менее 1,60.

Задачей настоящего исследования является разработка оригинальных составов оптических стекол для офтальмологической оптики с показателем преломления не менее 1,65. Отличительной особенностью данных стекол является сочетание повышенного показателя преломления и относительно малой плотности, что обуславливает получение более тонких линз с повышенной оптической силой. Такие линзы более комфортны для людей со средней и высокой степенью близорукости или дальнозоркости.

В целом стекла, используемые для изготовления очковых линз, должны удовлетворять целому комплексу требований: обладать достаточно высокой твердостью, малым коэффициентом пропускания ультрафиолетового и инфракрасного излучений, быть химически устойчивыми к воздействию влажной атмосферы и пятнающих агентов. Важное значение имеет также коэффициент дисперсии (число Аббе) – чем выше данный показатель, тем меньше хроматические аберрации у линзы [1].

Анализ составов и свойств оптических стекол известных марок [2] показывает, что показатель преломления в диапазоне 1,60–1,70 имеют стекла марок ТК – тяжелые кроны, Ф – флинты, БФ – баритовые флинты. Стекла марок Ф и БФ получены на основе системы $K_2O-PbO-SiO_2$ и характеризуются низким коэффициентом дисперсии и высокой плотностью (не менее $3,47 \text{ г/см}^3$), что обусловлено значительным содержанием оксида свинца (до 19–35 мол. %) [3].

Тяжелые кроны синтезированы в системе $BaO-B_2O_3-SiO_2$. Коэффициент дисперсии тяжелых кронов изменяется в пределах 54,83–60,39 при показателе преломления не менее 1,6063. Однако повышенное содержание оксида бария обуславливает достаточно высокие показатели плотности данных стекол. Плотность тяжелых кронов составляет не менее $3,44 \text{ г/см}^3$ при показателе преломления 1,606 и повышается с его ростом.

Таким образом, оптические стекла известных марок не отвечают комплексу требований, предъявляемых к стеклам для очковой оптики.

В результате синтеза и исследования стекол на основе системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{RO}-\text{SiO}_2$, где $\text{RO} - \text{CaO}, \text{ZnO}, \text{MgO}$ и BaO , вводимые в количестве 30–35 мол. %, установлена возможность получения материалов с показателем преломления 1,58–1,60 и плотностью до $3,05 \text{ г/см}^3$. Повышение показателя преломления до величин порядка 1,60–1,62 достигается путем введения оксидов циркония и титана в количестве до 4 мол. %. Поскольку с ростом содержания оксида бария помимо повышения показателя преломления существенно увеличивается плотность стекла, его содержание не превышает 4 мол. %, что позволяет обеспечить снижение показателя плотности до $2,73-2,81 \text{ г/см}^3$. Наиболее благоприятным в отношении оптимизации технологических и физико-химических свойств является совместное введение оксидов групп RO , указанных выше, и RO_2 , где $\text{RO}_2 - \text{TiO}_2$ и ZrO_2 .

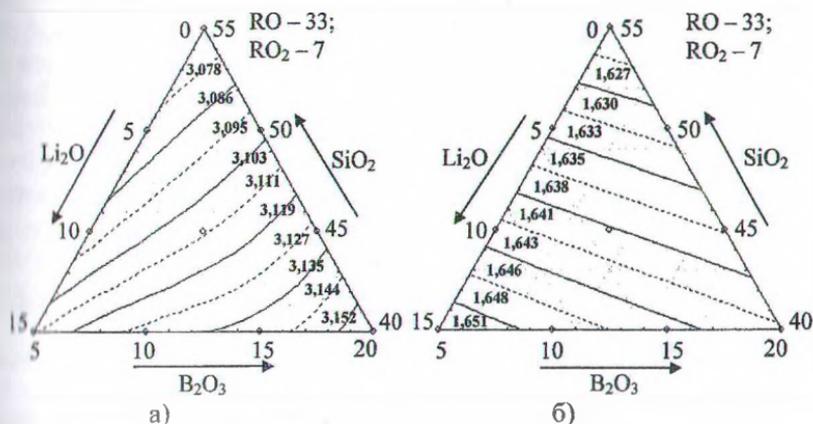
Последующим этапом работы явилась разработка стекол с показателем преломления не менее 1,65. Повышение показателя преломления эффективно достигается за счет роста содержания оксидов титана и циркония, которые обладают высоким парциальным вкладом в данный показатель. Однако синтез стекол с содержанием оксида титана свыше 4 мол. % приводит к окрашиванию стекла в желто-коричневые цветовые тона. Повышение содержания ZrO_2 свыше 3–4 мол. % усиливает склонность к фазовому разделению, в результате которого получены опалесцирующие и заглуженные образцы опытных стекол. В связи с этим разработка стекол с показателем преломления 1,65 и выше проводилась на основе системы $\text{Li}_2\text{O}-\text{RO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ с добавками оксидов титана и циркония, при этом содержание компонентов группы RO составляло 30–35 мол. %. Составы стекол второй серии получены путем частичной эквимольной замены SiO_2 на B_2O_3 и Li_2O .

Температура синтеза литийсодержащих стекол составляет $1350 \pm 10^\circ\text{C}$, в то время как натрийсодержащих – не менее $1420 \pm 10^\circ\text{C}$. Это связано со способностью Li_2O понижать вязкость стеклорасплава, что обуславливает их более высокую агрессивность в сравнении с натрийсодержащими составами. Это в случае промышленного синтеза требует использования огнеупоров с высокой стеклоустойчивостью.

Кристаллизационная способность опытных стекол возрастает с ростом количества Li_2O , что проявляется в повышении значений верхней температуры кристаллизации. Вследствие этого образец с содержанием Li_2O 20 мол. % характеризуется низкой устойчивостью стеклообразного состояния. Совместное введение оксидов $\text{CaO}, \text{ZnO}, \text{MgO}$ и BaO обеспечивает снижение кристаллизационной способно-

сти, которая проявляется при градиентной термообработке в температурном интервале 700–950 °С в виде кристаллической пленки.

На рисунке 1 представлены результаты определения показателя преломления и плотности стекол исследуемой системы $\text{Li}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{RO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ при замене SiO_2 на Li_2O и B_2O_3 .



а – плотность, г/см^3 ; б – показатель преломления

Рисунок – Влияние химического состава (мол. %) на свойства стекол системы $\text{Li}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{RO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$

Как следует из рисунка, с ростом содержания Li_2O и B_2O_3 показатель преломления стекол закономерно повышается до значений 1,651. Однако соотношение показателя преломления и плотности не является оптимальным, поэтому регулирование данных показателей осуществлялось путем изменения соотношения оксидов группы RO и RO_2 .

При совместном введении оксидов MgO , BaO и ZnO в соотношении от 1 : 1 : 2 до 2 : 1 : 5 показатель преломления возрастает в меньшей степени, чем в случае введения оксидов бария и цинка в соотношении 1 : 4, однако плотность опытных стекол при этом повышается не столь существенно. Введение MgO в количестве до 4 мол. % позволяет снизить плотность при удовлетворительных технологических свойствах стекол. Уменьшение содержания BaO до 1–2 мол. % обеспечивает снижение плотности опытных стекол до значений 2,9–2,95 г/см^3 при показателе преломления 1,65–1,66.

Апробировалось также введение Li_2O в состав стекол системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{RO}-\text{SiO}_2$ с показателем преломления 1,60–1,61. Это позволяет снизить их плотность до 2,6–2,7 г/см^3 .

Показатели плотности и оптических постоянных опытных стекол в гораздо большей мере соответствуют требованиям, предъявляемым к материалу для офтальмологической оптики, чем

стекла известных марок. Так, отечественные стекла марок БОФ-60 и БОФ-65 имеют показатели преломления 1,6097 и 1,6530 при плотности 3,16 и 3,37 г/см³ соответственно. Зарубежные производители предлагают линзы из оптического стекла с показателем преломления 1,604 и значением плотности 2,60 г/см³ и 1,600 и 2,63 г/см³ соответственно [1, 4].

Таким образом, разработаны составы стекол с показателем преломления 1,608–1,668 и плотностью 2,64–3,08 г/см³ на основе систем Li₂O–RO–B₂O₃–SiO₂ и Na₂O–RO–SiO₂, где RO – CaO, ZnO, MgO и BaO. Стекла предназначены для производства изделий офтальмологической оптики. Использование стекол позволит расширить ассортимент выпускаемой продукции и исключить импорт высокотехнологичных очковых линз.

ЛИТЕРАТУРА

1 Хацевич Т.Н. Медицинские оптические приборы. Ч.П. Очковая оптика. – Новосибирск: СГГА, 2002. – 241 с.

2 ГОСТ 3514-94 . Стекло оптическое бесцветное. Технические условия. Введ. 01.01.1997. – 38 с.

3 Физико-химические основы производства оптического стекла / под ред. Л.И. Демкиной. – Л.: Химия, 1976. – 456 с.

4 ОСТ 3-5734-84. Стекло очковое. Синтетический состав. Введ. 14.12.1984. – 12 с.

УДК 621.926

Д. Н. Боровский, асп.; П. Е. Вайтехович, проф., д-р техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ПОМОЛ ПОЛИМЕРИЗАЦИОННЫХ ИОНИТОВ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЦЕНТРОБЕЖНО-ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ

Важнейшей областью применения ионитов была и остаётся водо-подготовка. С помощью ионитовых фильтров получают деминерализованную (обессоленную) воду для паросиловых установок, многих современных технологических процессов и бытовых нужд. Ионитовые фильтры и электродиализные установки с ионитовыми мембранами применяют для опреснения морской или грунтовой воды с высоким содержанием. В гидрометаллургии иониты используют в процессах обогащения сырья, разделения и очистки редких элементов. Иониты позволяют извлекать золото, платину, серебро, медь, хром и другие металлы из растворов. Переработка радиоактивных отходов, удаление многих вредных примесей из сточных вод также успешно осуществляются с использованием ионитов [1].