

Студентка 8 гр. Русан Н. В.
Научный руководитель – Папко Л. Ф.
Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

Целью исследования является разработка составов легкоплавких оптических стекол для получения оптического волокна.

Легкоплавкое стекло используется в качестве оболочки многожильного световода. После химической обработки такого световода в 0,1 н растворе соляной кислоты оболочка растворяется, в результате получают гибкие жгуты оптического волокна.

При использовании такого стекла в качестве сердцевины оптического волокна с последующей химической обработкой микроканальные пластины, которые используются в оптико-электронных преобразователях приборов ночного видения.

Поскольку оптическое стекло подвергается химической обработке, в результате чего оно должно полностью раствориться, то химическая стойкость такого стекла должна быть низкой. Поэтому основой для разработки таких материалов являются боратные стекла. Для исследования выбрана система $K_2O-CaO-BaO-Al_2O_3-B_2O_3-SiO_2$.

Для обеспечения процесса вытягивания оптического волокна необходимо обеспечить заданные вязкостные характеристики, температурный коэффициент линейного расширения должен составлять $79 \pm 1,5 K^{-1}$.

В ходе работы синтезированы составы стекол, включающие, мол.% : B_2O_3 от 60 до 70; K_2O от 5 до 15; Al_2O_3 от 5 до 15; BaO от 10 до 20; CaO – 5; SiO_2 – 5. Все стекла легкоплавкие, варка производилась при температуре $1100^\circ C$.

Кристаллизационная способность стекол для оптического волокна является важной характеристикой, потому что в процессе вытягивания стекла подвергаются длительной термической обработке. Все исследуемые составы стекол характеризуются низкой кристаллизационной способностью. Это проявляется в том, что в температурном интервале градиентной термообработки всех образцов не имеется признаков кристаллизации.

Установлено, что с увеличением содержания K_2O температура начала растекания снижается от 840 до $750^\circ C$, а с увеличением содержания BaO проявляется обратная зависимость – температура начала растекания увеличивается. Замена K_2O и B_2O_3 на Al_2O_3 приводит к повышению температуры начала растекания.

Показатель преломления уменьшается с увеличением содержания оксида бора от 1,575 до 1,531 как при замене им оксида щелочного металла, так и оксида бария. Существенное понижение показателей преломления обеспечивается при повышении содержания B_2O_3 от 60 до 70 мол.%.

При проведении измерений температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) и последующей обработке результатов выявилась следующая закономерность: при увеличении содержания B_2O_3 значение ТКЛР увеличивается; с увеличением содержания BaO , наоборот, значения ТКЛР уменьшаются. Рост величины ТКЛР с увеличением содержания B_2O_3 является особенностью боратных стекол, потому что в силикатных стеклах B_2O_3 обеспечивает существенное снижение ТКЛР.

При замене B_2O_3 на BaO и K_2O микротвердость стекол увеличивается. При замене K_2O на BaO просматривается аналогичная зависимость.

При оценке химической стойкости стекла установлено следующее: с увеличением содержания B_2O_3 потери массы возрастают, следовательно, химическая стойкость стекол снижается. И, наоборот, с увеличением содержания BaO потери массы уменьшаются, что означает увеличение химической стойкости.

Также некоторое влияние оказывает K_2O : при увеличении его содержания химическая стойкость снижается, но это снижение не столь значительно, как в случае с V_2O_5 .

По данным инфракрасной спектроскопии поглощения наличие максимума при $1200\text{--}1400\text{ см}^{-1}$ свидетельствует о присутствии в структуре стекла групп $[VO_3]$. Полоса поглощения с максимумом при $1010\text{--}1050\text{ см}^{-1}$ обусловлена наличием групп $[VO_4]$. Максимум при 3400 см^{-1} соответствует наличию групп (OH) .

Присутствие бора в тройной координации обуславливает снижение прочности связей в стекле. С увеличением в структуре стекла количества группировок $[VO_3]$ с ростом содержания оксида бора снижается микротвердость и химическая устойчивость стекол, повышается ТКЛР.

Разработан состав стекла с показателем преломления 1,553, средней дисперсией 0,009511, плотностью 2597 кг/м^3 , ТКЛР $80 \cdot 10^{-7}\text{ К}^{-1}$. Температурный интервал вытягивания волокна, соответствующий изменению вязкости от 10^7 до $10^{11}\text{ Па}\cdot\text{с}$, составляет $620\text{--}530\text{ }^\circ\text{C}$.

Таким образом, в результате проведенного исследования разработан состав оптического стекла, который по показателям технологических и физико-химических свойств удовлетворяет требованиям, предъявляемым к стеклу для получения волоконно-оптических изделий. Разработанный состав стекла рекомендуется для варки на РУП «Завод «Оптик»