

М. Л. Нурманова, магистрант,  
З. А. Бабаханова, проф., д-р техн. наук  
(Ташкентский химико-технологический институт, г. Ташкент)

### СВОЙСТВА СТЕКОЛ В СИСТЕМЕ $K_2O-ZnO-SiO_2$

Стекло относится к материалам, широко применяемым в быту и технике. Наибольшее применение в быту находят посуда из сортового стекла, которая используется как для сервировки стола, так и для приготовления и хранения пищевых продуктов. Такое широкое ее применение обусловлено высокими показателями эстетических свойств, безвредностью, экологичностью, гигиеничностью и др.

К сортовому стеклу относят обширный класс стеклоизделий, вырабатываемых из хрустальных, бесцветных и окрашенных стекол. Стекло для сортовых стекол должно хорошо провариваться и осветляться, иметь большую температурную область формования (быть «длинным»), обладать способностью к механической обработке и иметь высокую химическую и термическую устойчивость.

Целью данного исследования являлось изучение возможности получения бессвинцового стекла с высокими оптическими характеристиками, а также эстетическими свойствами с использованием сырьевых материалов Узбекистана.

Среди стекол высоким показателем преломления и повышенной светопрозрачностью отличаются хрустальные стекла, показатель преломления которых составляет 1,532–1,542, а их светопропускание находится в пределах 92–94 %.

В мировой практике в течении долгого времени для производства хрустальных изделий применяли свинецсодержащие щелочные составы. Из-за высокого содержания токсичного и летучего свинецсодержащего сырья были предприняты попытки к разработке составов бессвинцового хрусталя, которые характеризуются высоким содержанием оксида калия и относительно высоким - кремнезема. Наряду с несомненным преимуществом (более низкой стоимостью) бессвинцовые хрустали сравнительно тугоплавки и содержат большое количество щелочных оксидов.

Для разработки составов бессвинцовых хрустальных стекол интерес представляет изучение системы  $K_2O-ZnO-SiO_2$ . Оксид калия играет в основном ту же роль, что и  $Na_2O$ , однако больше, чем  $Na_2O$ , повышает вязкость стекла и коэффициент термического расширения, способствует улучшению колера стекла, придает изделию лучший товарный вид. Поэтому при производстве сортовых, в особенности бес-

свинцовых хрустальных стекол вместо  $\text{Na}_2\text{O}$  целесообразно использование  $\text{K}_2\text{O}$ . В качестве сырьевых материалов для ввода  $\text{K}_2\text{O}$  в стекло использован поташ.

Также в производстве бессвинцового стекла необходимо использование высококачественных кварцевых песков с минимальным содержанием оксидов железа, в связи с чем в качестве исходного сырьевого компонента был выбран кварцевый песок Джеройского месторождения Навоийской области (Узбекистан). Запасы кварцевого песка составляют 13,5 млн.т.

Введение в состав стекла оксида цинка уменьшает термическое расширение, повышает химическую устойчивость к воде, кислотам и щелочам, облегчает процесс варки. Оксиды цинка (и бария) придают стеклоизделиям характерный для хрусталя блеск ( $\text{ZnO}$  обладает высоким показателем преломления света) и позволяют разрабатывать стекла для производства сортовой посуды на основе бессвинцовых бесщелочных составов. Однако большие количества оксида цинка приводят к получению глушеных и матовых стекол. Поэтому добавление оксида цинка в составы масс имеет важное значение для получения качественного стекла.

Для исследования свойств стекол в системе  $\text{K}_2\text{O}-\text{ZnO}-\text{SiO}_2$  был использован метод расчета «парциально-молярных величин» А. А. Аппена. Средний линейный коэффициент термического расширения может быть рассчитан по методу А.А. Аппена с точностью до  $2,2 \cdot 10^{-7}$ . Точность расчета других свойств стекла (модуля Юнга и модуля сдвига) лежит в пределах 3 %. Основные преимущества расчетного метода А.А. Аппена в том, что приближенно-усредненные парциальные величины рассчитаны для большого числа компонентов, в том числе и неокисных, что дает возможность рассчитывать величины свойств самых разнообразных стекол; высокая точность полученных результатов; метод позволяет рассчитывать величины различных свойств, относящихся к группам механических, оптических, термических и электрических свойств. Были рассчитаны ряд свойств стекол в системе  $\text{K}_2\text{O}-\text{ZnO}-\text{SiO}_2$  (плотность, показатель преломления, средняя дисперсия, линейный коэффициент термического расширения, модули упругости и сдвига, диэлектрическая проницаемость, поверхностное натяжение).

В таблице 1 приведены химические составы исходных компонентов. Результаты расчета некоторых свойств (плотность, коэффициент преломления, ТКЛР) стекол в системе  $\text{K}_2\text{O}-\text{ZnO}-\text{SiO}_2$  по методу А.А.Аппена приведены в таблице 2.

**Таблица 1 - Химический состав сырьевых материалов**

Исходные материалы	Содержание оксидов, мас.%							
	SiO <sub>2</sub>	ZnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ппп
Джеройский кв. песок	98,3	-	0,76	0,28	0,11	0,1	0,07	0,38
Поташ						68,1		31,9
Оксид цинка		99,0		0,01	0,025	0,005		0,96

**Таблица 2 - Результаты расчета плотности, коэффициента преломления и ТКЛР стекол в системе K<sub>2</sub>O-ZnO-SiO<sub>2</sub> по методу А.А.Аппена**

№	Содержание компонентов, мас. %			Расчетные данные (метод А.А.Аппена)		
	K <sub>2</sub> O	ZnO	SiO <sub>2</sub>	d, кг/м <sup>3</sup>	N	$\alpha \cdot 10^7$
1	20	1	79	2373	1,4825	75,69
2	20	2	78	2371	1,4849	76,77
3	20	3	77	2388	1,4869	77,895
4	20	4	76	2400	1,4897	78,98
5	20	5	75	2420	1,4921	80,07
6	25	1	74	2,389	1,4879	94,05
7	25	2	73	2400	1,4900	95,18
8	25	3	72	2423	1,4931	96,2
9	25	4	71	2440	1,4953	97,38
10	25	5	70	2460	1,4973	98,5
11	30	1	69	2430	1,4942	113,035
12	30	2	68	2440	1,4965	114,408
13	30	3	67	2458	1,4991	115,296
14	30	4	66	2470	1,5014	116,40
15	30	5	65	2500	1,5040	117,74

Для экспериментального изучения свойств стекол были приготовлены составы с использованием указанных сырьевых материалов, варка стекла осуществлялась в силитовой лабораторной печи при 1350°С. Исследование стеклообразования в изучаемых составах № 1-15 показало, что составы с содержанием 20 % K<sub>2</sub>O не проварились. Оптимальные составы для получения стекол с высоким светопрозрачением для дальнейшего изучения - составы № 8,11,13. Экспериментальные данные подтверждают результаты расчета свойств стекол в системе K<sub>2</sub>O-ZnO-SiO<sub>2</sub>.