

И. М. ТЕРЕЩЕНКО, А. П. КРАВЧУК, Д. А. ОМЕЛЬЯНОВИЧ,
К. А. ЕФРЕМОВУчреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В производстве хрустальных изделий неотъемлемым компонентом стекла является оксид свинца, содержание которого варьируется в пределах от 24 до 32 мас.%. Присутствие оксида свинца в составе стекла продиктовано необходимостью обеспечения ему высоких оптических и эстетических характеристик: блеска, прозрачности, игры света на гранях, характерного звона и др. Однако оксид свинца PbO вводится в стекольную шихту свинцовым суриком Pb_3O_4 , относящимся к веществам 1-го класса опасности (чрезвычайно опасные). При подготовке шихты, варке хрусталя, а также гранении и полировке хрустальных изделий происходит выделение соединений свинца в атмосферу, что отрицательно влияет на условия труда и экологическую обстановку.

В связи с ужесточением требований, предъявляемым к нормам вредных выбросов и обеспечению безопасности условий труда, на конгрессе стеклоделов Европы в 2000 г. ставился вопрос о запрещении функционирования заводов, производящих изделия из свинцового хрусталя. Ситуация усугубляется ростом стоимости сурика свинцового, что приводит к падению рентабельности производства.

Учитывая вышеприведенные обстоятельства, целесообразным представляется снижение содержания PbO в хрустале вплоть до полной его замены на другие оксиды. При этом ставится задача сохранения технологических и эстетических характеристик стекол на уровне свойств свинцового хрусталя.

На кафедре технологии стекла и керамики проводятся работы по получению мало- и бессвинцовых хрустальных стекол на основе системы $R_2O(Na_2O, K_2O)-RO(CaO, BaO, ZnO, SrO)-B_2O_3-SiO_2$. В ходе исследований синтезированы IV серии бессвинцовых хрустальных стекол, в составах которых сохранялось постоянным массовое содержание (Na_2O+K_2O) , а также B_2O_3 . Оксид свинца PbO был полностью исключен путем его последовательного замещения на оксиды CaO (I серия), $CaO+BaO$ (II серия), $CaO+BaO+ZnO$ (III серия) и $CaO+BaO+ZnO+SrO$ (IV серия). В качестве обесцветителя и осветлителя вводили 0,3–0,5 мас.% Sb_2O_3 , в ряде составов использовали SeO_2 в количестве 0,15–0,3 мас.%.

В результате изучения свойств стёкол I серии выявлена возможность получения хрустальных стёкол, содержащих в своём составе до 10 мас. % СаО. Последующее повышение концентрации СаО вызывало появление цветowych оттенков и увеличение кристаллизационной способности, что может создать проблемы при варке и выработке хрустальных стекол.

Опытные стекла I-ой серии характеризовались приемлемыми показателями плотности, ТКЛР, водостойкости в сравнении с свинцовым хрусталем, но значения их микротвёрдости достаточно высоки, что может отрицательно повлиять на трудоемкость процесса гранения хрустальных изделий.

Во II серии стекол в результате замещения СаО на ВаО снизилась их кристаллизационная способность и микротвёрдость по сравнению с первой серией составов. Однако высокое содержание ВаО в стеклах нецелесообразно, вследствие токсичности карбоната бария – сырьевого материала, которым вводится ВаО и отрицательного влияния на химическую стойкость стекла.

В этой связи в III серии составов пределы содержания ВаО и СаО были ограничены. Для улучшения выработочных характеристик, химической устойчивости и оптических показателей опытных стекол вводился ZnO. Выявлено, что введение ZnO в хрустальные стёкла в целом положительно сказывается на их химической устойчивости, варочных, выработочных, кристаллизационных и оптических свойствах, одновременно несколько возрастает микротвёрдость стёкол.

В IV серии были учтены особенности влияния оксидов СаО, ВаО и ZnO на характеристики опытных стёкол, кроме того, дополнительно вводился SrO вместо SiO₂. По ряду свойств стекла IV серии более всего приближаются к свинцовому хрусталу. Установлено, что содержание SrO в экспериментальных стеклах следует ограничивать по причине высокой стоимости карбоната стронция, а также ввиду появления слабого синего оттенка, связанного с увеличением содержания красящих оксидов в стекле, вводимых стронциевым сырьем.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны составы бессвинцовых хрустальных стекол, внедрение которых позволит улучшить экологическую обстановку и снизить затраты при производстве хрустальных изделий. Установлено, что лишь совместное введение в составы стекол взамен оксида свинца СаО, ВаО, ZnO, SrO позволяет обеспечить требуемые технологические, эстетические и эксплуатационные характеристики хрустальных изделий.