

УДК 666.21
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ
ОКСИДА СВИНЦА В СОСТАВЕ ХРУСТАЛЯ

И. М. ТЕРЕЩЕНКО, А. П. КРАВЧУК, Д. А. ОМЕЛЬЯНОВИЧ,
К. А. ЕФРЕМОВ

Учреждение 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 Pb₃O₄, 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 R₂O(Na₂O, K₂O)–RO(CaO, BaO, ZnO, SrO)–B₂O₃–SiO₂. В ходе исследований синтезированы IV серии бессвинцовых хрустальных стекол, в составах которых сохранялось постоянным массовое содержание (Na₂O+K₂O), а также B₂O₃. 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 обесцвечивателя и осветлителя вводили 0,3–0,5 мас.% Sb₂O₃, в ряде составов использовали CeO₂ 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. % CaO. Последующее повышение концентрации CaO вызывало появление цветовых 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 CaO на BaO снизилась их кристаллизационная способность и микротвёрдость по сравнению с первой серией составов. Однако высокое содержание BaO в стеклах нецелесообразно, вследствие токсичности карбоната бария – сырьевого материала, которым вводится BaO и отрицательного влияния на химическую стойкость стекла.

В этой связи в III серии составов пределы содержания BaO и CaO 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 CaO, BaO 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 CaO, BaO, ZnO, SrO позволяет обеспечить требуемые технологические, эстетические и эксплуатационные характеристики хрустальных изделий.