

Студ. К. А. Щербина

Науч. рук. доц. М. В. Дяденко

(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ОКРАШЕННЫХ СТЕКОЛ ДЛЯ УЗКОГОРЛОЙ ТАРЫ

Окрашенная тара пользуется повышенным спросом, она делает товар легко узнаваемым, а ее привлекательный вид позволяет предлагать продукцию в более дорогой ценовой группе.

Окрашивание стекла в бассейне печи является экономически эффективным только при производстве больших партий изделий одного цвета, что связано с большими энергетическими затратами при варке. В процессе производства узкогорлой тары переход с одного цвета на другой в печи может занимать более недели и связан с большими потерями стекла.

Более оптимальным является другой способ окрашивания стеклотары – окраска стекла в канале питателя, суть которого состоит в том, что в неокрашенную стекломассу на выходе из печи добавляют цветные стеклянные концентраты (фритты), которые расплавляются и равномерно в ней распределяются. В этом случае время, необходимое для перехода на изготовление стекла другого цвета, составляет 8–24 ч, а потери стекла при этом значительно сокращаются. Однако себестоимость стекла при этом становится выше, чем при окраске в стекловаренном бассейне.

Целью настоящей учебно-исследовательской работы является разработка составов цветных легкоплавких стекол для окрашивания узкогорлой тары в канале питателя.

К такому типу стекол предъявляются следующие требования: устойчивость к кристаллизации в температурном интервале 600–1100 °С при градиентной термообработке в течение одного часа; химическая устойчивость к влажной атмосфере должна быть не ниже 3 гидролитического класса; минимальное поверхностное натяжение и высокие значения плотности; растворимость в основной бесцветной стекломассе без последующего химического взаимодействия, что может вызвать появление фазового разделения у стекол.

В настоящей работе для исследования выбрана система $\text{Na}_2\text{O}-\text{RO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ (где $\text{RO} - \text{CaO}$ и BaO), ограниченная следующим содержанием оксидов, мол. %: SiO_2 50–70, Na_2O 10–30, B_2O_3 10 – при постоянном суммарном содержании оксидов RO , равном 10 мол. %.

Количество Na_2O в составе опытных стекол определялось, с одной стороны, необходимостью их синтеза при невысоких температурах, а с другой – введение Na_2O больше 30 мол. % снижает химическую устойчивость стекол к влажной атмосфере. Содержание B_2O_3 не превышало 30 мол. %, так как последующее введение данного оксида вызывает ликвацию стекол. Введение BaO в состав опытных стекол обусловлено его флюсующей способностью. Однако в случае использования данного оксида в количестве более 5 мол. % повышается агрессивность стеклорасплава к материалу стекловаренного сосуда [1].

Варка опытных стекол велась в газовой пламенной печи периодического действия при температуре 1425 ± 25 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч.

По результатам варки установлено, что все стекла характеризуются требуемой степенью осветления и отсутствием непровара. Однако стекла, включающие 10 мол. % B_2O_3 , имеют голубоватую окраску. У стекол с постоянным содержанием SiO_2 , равным 50 мол. %, отмечено присутствие желтоватого оттенка. Это связано с тем, что в составе стекол обычно присутствуют ионы как Fe^{2+} , так и Fe^{3+} , которые придают ему различные оттенки (коричневый, зеленый, синий). Изменение соотношения ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} определяет окраску стекол [2].

При производстве стеклотары одним из важнейших требований является достаточно широкий безопасный интервал формования, исключающий возможность кристаллизации стекломассы в ванной печи и питателе. Оценка кристаллизационной способности опытных стекол проводилась методом градиентной кристаллизации в интервале температур 600–1100 °С. По результатам исследований установлено, что все опытные стекла характеризуются устойчивостью стеклообразного состояния.

Разработка легкоплавких фритт наряду с изучением влияния химического состава стекла на показатели вязкости требует оценки влияния данного фактора на величину плотности и поверхностного натяжения. В данном случае плотность существенно влияет на условия перемешивания и скорость осаждения окрашивающей фритты в расплаве стекла. Поверхностное натяжение является свойством, важным с точки зрения диспергирования частиц фритты под действием температурного и гидродинамического факторов и смачивания поверхности основного расплава. Стекломасса с пониженным поверхностным натяжением, но более плотная растекается по поверхности основного расплава и постепенно тонет в нем, смешиваясь с нижележащими слоями.

Плотность опытных стекол определялась методом гидростатического взвешивания. Введение щелочных катионов способствует

росту данного показателя. При замене SiO_2 на Na_2O плотность опытных стекол повышается. Как известно [1], с увеличением содержания оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов с высокой молекулярной массой происходит заполнение катионами-модификаторами полостей в пространственной структурной сетке силикатного стекла, что обуславливает рост плотности стекол.

Минимальные параметры поверхностного натяжения свойственны стеклам с максимальным содержанием B_2O_3 (рисунок 1).

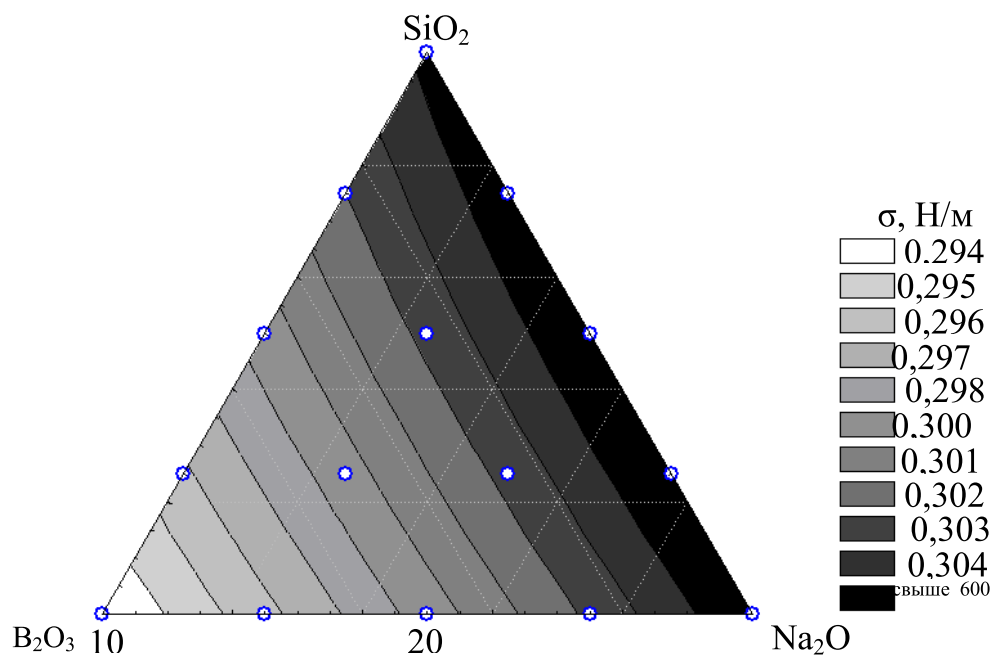


Рисунок 1 – Влияние химического состава на поверхностное натяжение опытных стекол

Это обусловлено тем, что оксид бора относится к поверхностно активным веществам, которые в жидком состоянии имеют более низкую поверхностную энергию и стремятся сконцентрироваться на поверхности, образуя на ней устойчивый слой, отличный по своему составу от объема расплава, что приводит к резкому снижению поверхностного натяжения. Как следует из рисунка 1, добавки оксида натрия не оказывают существенного влияния на величину поверхностного натяжения опытных стекол [1, 2].

По результатам исследований нами выбран оптимальный состав стекла с молярным соотношением $\text{Na}_2\text{O}/(\text{SiO}_2+\text{B}_2\text{O}_3)$, равным 0,2, и суммарным содержанием RO 10 мол. %, на основе которого синтезирована серия окрашенных стекол с использованием различных красителей. При окрашивании сваренной стекломассы механизм взаимодействия красителей с основным составом стекла определяет химиче-

скую и цветовую однородность стекломассы и в конечном итоге качество получаемого цветного стекла и изделий из него. При подборе красителей необходимо учитывать относительную вязкость красителя и основного стекла, совместимость красителя с основным расплавом, влияние его на химический состав окрашиваемой стекломассы, а также окислительно-восстановительный потенциал красителя и основного стекла (во избежание образования пены при их смешивании).

Кривые спектрального пропускания опытных образцов представлены на рисунке 2.

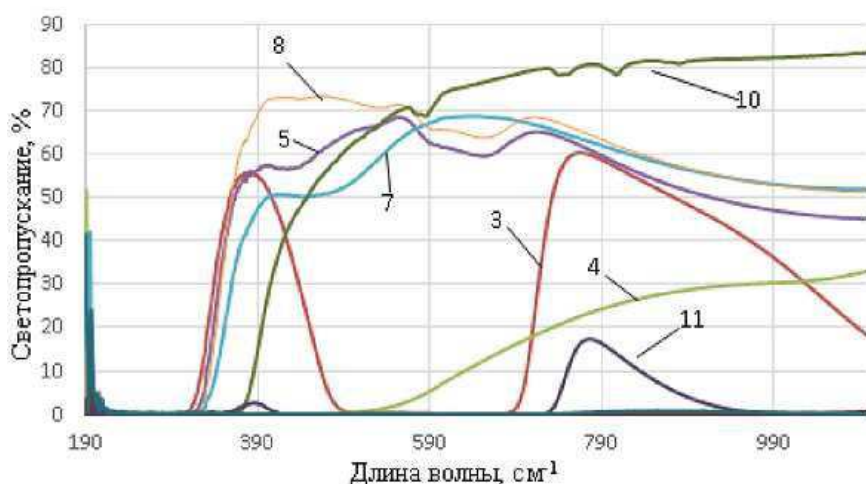


Рисунок 2 – Кривые светопропускания окрашенных опытных стекол

По результатам исследований установлено, что стекла, в которых расход красителя по сравнению с окрашиванием прозрачного бесцветного стекла в 1,5–1,8 раз был выше, характеризовались цветом заданной интенсивности.

Таким образом, разработанные составы легкоплавких окрашенных стекол могут быть предложены для окраски стеклянной тары в канале питателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонова, М.В. Химическая технология стекла и ситаллов / М.В. Артамонова, М.С. Асланова, И.М. Бужинский – Минск: Стройиздат, 1983. – 432 с.
2. Бобкова, Н.М. Химическая технология стекла и ситаллов / Н.М. Бобкова, Л.Ф. Папко. – Минск: БГТУ, 2005. – 196 с.