

Ниже приведен оптимальный гранулометрический состав кварцевого стекла после помола, определенный на гранулометре «Analizette 22» (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение частиц кварцевого стекла по фракциям

0,050	1,000 мкм	3,90%	1,000	2,000 мкм	11,13%	2,000	3,000 мкм	9,48%
3,000	4,000 мкм	4,41%	4,000	5,000 мкм	2,49%	5,000	10,000 мкм	24,64%
10,000	20,000 мкм	24,71%	20,00	50,000 мкм	18,83%	50,000	100,000 мкм	0,41%
100,000	200,000 мкм	0,00%						

Ниже приведены основные характеристики изделий, полученных по оптимизированным режимам помола и обжига:

ТКЛР,  $\alpha \cdot 10^{-6}$  ..... 5,2 K<sup>-1</sup>

пористость закрытая..... 3,7 %

водопоглощение..... 7,2

прочность на изгиб..... 32,85 МПа

наличие кристоболита..... отсутствует

Разработанная технология получения керсила в настоящее время проходит апробацию с целью производства ИК-излучающих элементов.

УДК 666.21:666.112.4

### **Разработка и технологические процессы в области производства накладных цветных стекол для декорирования хрустальных изделий**

Студентка гр.8 Кленицкая Т.В.

Научный руководитель – Терещенко И.М.

Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

В настоящее время единственным производителем накладных изделий из хрусталя на территории СНГ является ПРУП «Борисовский хрустальный завод». Технологический процесс производства накладных изделий включает следующие основные стадии: варка накладного стекла, получение цветных «леек» – заготовок для наклада, их отжиг, налад «лейки» на формуемую заготовку хрустального изделия, выдувание изделий с накладом, гранение, химическая полировка. В результате сочетания зон цветного и бесцветного стекла создается эффектный внешний вид хрустального изделия, который привлекает потребителя. Традиционно для изготовления цветных накладных стекол используются высокосвинцовые составы, содержащие до 34 – 38 % PbO. Эти составы имеют ряд недостатков, связанных с расслоением стекла при варке, сложностью при выработке (только ручная). Так же немаловажен тот факт, что свинцовый сурик, которым вводится в шихту PbO, является опасным компонентом шихты (1 класс опасности). Это неблагоприятно влияет на окружающую среду и условия труда людей.

На кафедре технологии стекла и керамики разработан бессвинцовый состав цветного накладного стекла для декорирования хрустальных изделий, в ходе апробации которого в условиях ПРУП «Борисовский хрустальный завод» установлено, что его применение обеспечивает ряд преимуществ в сравнении с используемым промышленным составом стекла. Так, например, снижение затрат на сырьевые материалы составляет 37 % за счет вывода PbO из состава стекла, выход годных изделий возрос на 10 – 12 %, улучшаются условия труда. Проблема дороговизны сырья и экологии была решена за счет замены PbO на BaO в составе стекла, поскольку данные оксиды обладают сходными свойствами и выполняют одинаковые функции в составе стекол. Полученные составы являются аналогичными по свойствам с составами содержащими PbO.

В ходе работы также решалась проблема промышленного боя накладных хрустальных изделий, которого на данный момент на предприятии накопилось около 35 тонн. Количество вводимого боя в опытные стекла составляло от 30 до 65 %.

Традиционно введение обратного стеклобоя имеет целью следующее:

- снижение воздействия стекольного производства на экологическую обстановку;
- интенсификация процесса варки, поскольку на плавление боя затрачивается меньше тепла, чем на плавление шихты, в итоге может быть увеличен съём с печи;
- энергосбережение: подсчитано, что введение 10 % стеклобоя позволяет экономить 2,0 – 3,5 % топлива, в зависимости от состава стекла;
- сокращение расхода сырьевых материалов.

Последнее обстоятельство особенно важно для производства накладных стекол для изделий из хрусталя, поскольку в данном случае используется дефицитное дорогостоящее сырьё – углекислый барий, борная кислота, поташ, сода кальцинированная, красители и др.

Состав цветного накладного стекла для хрусталя, используемый в данный момент на производстве, не удовлетворяет некоторым требованиям к накладному стеклу. Например, возникают трудности с разметкой рисунка, а также с нанесением граней, вследствие весьма интенсивного окрашивания стекла. Целью настоящей работы являлась разработка составов окрашенных стекол, на основе разработанных бессвинцовых составов и улучшение их технологических характеристик.

На первом этапе проводилась работа по разработке рецептур окрашивающих смесей для получения синего накладного стекла. Получение оптимального окрашивания и улучшение внешних характеристик, проводилось путём варьирования красящих компонентов, в частности  $\text{CoO}$  и  $\text{MnO}_2$ , а также дополнительного ввода  $\text{TiO}_2$ . В итоге удалось сохранить тональность окраски стекла на прежнем уровне при снижении интенсивности окрашивания. В результате расход дорогостоящего  $\text{CoO}$  был снижен на 0,22 %.

На втором этапе осуществлялась разработка рецептур окрашивающих смесей для получения зелёного накладного стекла за счёт ввода  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{CuO}$ . Первоначально полученные составы не удовлетворяли свойствам необходимым для накладного стекла, так как в тонком слое (наклад) интенсивность окраски была недостаточной, наклад получался практически прозрачным. В связи с этим было увеличено содержание красящих компонентов до 2,5 – 3 % (в сумме). В результате была получена требуемая степень глушения наклада.

Представленная ниже зависимость светопропускания от длины волны отражает чистоту зелёного оттенка, который полностью удовлетворяет требования, предъявляемые к накладному стеклу.

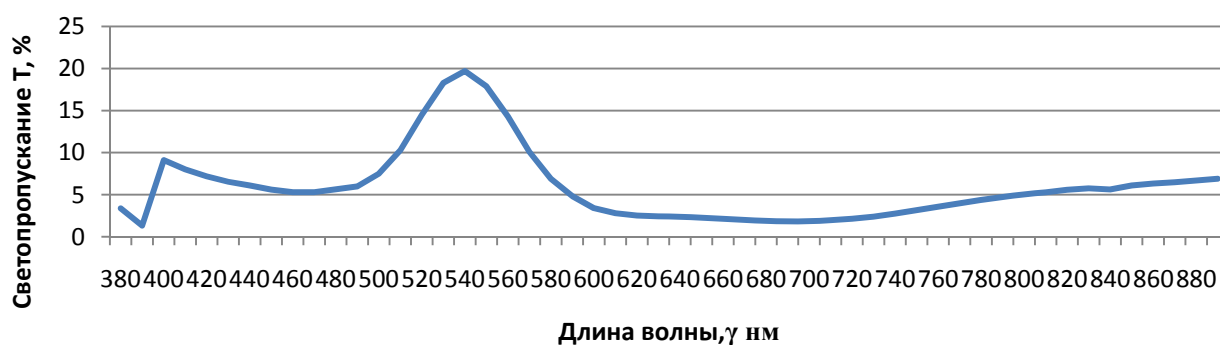


Рисунок 1 – Кривая светопропускания стекла

Проведенное изучение основных свойств сваренного окрашенного накладного стекла дало следующие результаты:

ТКЛР,  $\alpha \cdot 10^7$  .....118,9  $\text{K}^{-1}$   
 показатель преломления  $n$  .....1,5785  
 коэффициент плавкости  $C$  (по А.Н. Даувальтеру [1])...117  
 микротвердость,  $H$  .....3320 МПа.

Стекла опытных составов прошли все стадии технологического процесса: от формования заготовок (леек) для наклада до химического полирования накладных изделий. Отмечено, что выход годных изделий увеличился с 56 до 68%, в сравнении с промышленным составом. Особое внимание уделялось формированию крупных изделий с накладом, при этом проблем не зафиксировано.

Таким образом, получены составы накладного стекла, включающие до 65 % промышленного боя хрустальных изделий с накладом. Стекла для накладных хрустальных изделий экспериментальных составов по уровню своих характеристик не уступают составу промышленного стекла, используемому на ПРУП «Борисовский хрустальный завод», причем их внедрение позволит увеличить выход годной продукции и снизить потребление дорогостоящих сырьевых материалов – сурика свинцового, борной кислоты, поташа, красителей, которые не производятся в Республике Беларусь.

### Литература

1 Даувальтер, А.Н. Хрустальные цветные и опаловые стекла / А.Н. Даувальтер. – М.: Гизлегпром, 1957. – 235 с.

УДК 54-31+537.32+666.654

#### Термоэлектрические свойства слоистых оксидов $\text{Na}_{0,55}\text{Co}_{0,9}\text{M}_{0,1}\text{O}_2$ ( $M = 3d$ -металл)

Студенты 5 курса 10 гр. ф-та ХТиТ Бусель Т.С., 1 курса 8 гр. ф-та ХТиТ Галковский Т.В.  
Научные руководители – Богомазова Н.В., Клындюк А.И.  
Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

Высокие значения электропроводности, термо-ЭДС и низкая теплопроводность слоистого оксида  $\text{Na}_x\text{CoO}_2$  позволяют рассматривать его как перспективную основу для разработки новых эффективных термоэлектриков [1, 2]. Одним из способов улучшения функциональных свойств (термоэлектрической добротности, химической устойчивости и т.д.) кобальтита  $\text{Na}_x\text{CoO}_2$  является частичное замещение катионов кобальта в его структуре катионами других металлов.

Целью настоящей работы является изучение влияния частичного замещения кобальта другими  $3d$ -металлами на структуру и физико-химические свойства образующихся при этом твердых растворов  $\text{Na}_{0,55}\text{Co}_{0,9}\text{M}_{0,1}\text{O}_2$  ( $M = \text{Sc} - \text{Zn}$ ).

Образцы получали керамическим методом в интервале температур 1133 – 1203 К на воздухе в течение 24 ч по методике [3]. Исходную шихту готовили из карбоната натрия и оксидов  $3d$ -металлов (квалификация не ниже «ч.д.а»). В процессе термообработки образцы теряют часть оксида натрия. Зависимость содержания натрия в керамике  $\text{Na}_x\text{CoO}_2$  от температуры и времени термообработки была изучена в работе [3], в соответствии с результатами которой полученной керамике был приписан состав  $\text{Na}_{0,55}\text{Co}_{0,9}\text{M}_{0,1}\text{O}_2$  ( $M = \text{Sc} - \text{Zn}$ ).

Идентификацию образцов проводили при помощи рентгенофазового анализа (РФА) (рентгеновский дифрактометр D8 Advance Bruker AXS (Германия),  $\text{CuK}_\alpha$  – излучение). Микроструктуру спеченной керамики исследовали при помощи сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV (Япония). Кажущуюся плотность образцов ( $\rho_{\text{эксп}}$ ) рассчитывали по их массе и геометрическим размерам. Тепловое расширение, электропроводность ( $\sigma$ ) и термо-ЭДС ( $S$ ) керамики изучали на воздухе в интервале температур 300 – 1100 К по методикам [3, 4]. Фактор мощности ( $P$ ) образцов находили по формуле  $P = S^2\sigma$ .

Керамику состава  $\text{Na}_{0,55}\text{Co}_{0,9}\text{V}_{0,1}\text{O}_2$  получить не удалось – образцы полностью разрушались в течение нескольких часов после извлечения из печи; в остальных случаях получалась плотно спеченная керамика, структура которой соответствовала структуре гексагонального