

УДК 666.175.6

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТЕКОЛ
СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Е.Е. ТРУСОВА, Н.М. БОБКОВА

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Актуальность и важность проблемы в стекольной промышленности связана с разработкой новых функциональных материалов светотехнического назначения (светофильтров, отсекающих УФ излучения и ламп накаливания автомобильного транспорта) характеризующихся высокой стойкостью колориметрических характеристик. Основные красители, применяемые в таком производстве, содержат высокоопасные и летучие соединения (в частности CdS , CdSe , MoO_3+S и т.д.). Эти компоненты обеспечивают появление характерной окраски, но являются, наряду с токсичностью, дорогостоящими и дефицитными составляющими. Кроме того, они не обеспечивают стабильность колориметрических характеристик, как при синтезе стекол, так и при дальнейшей эксплуатации изделий. Для решения поставленных задач было выполнено исследование допирования стеклянных матриц оксидами церия и титана с целью получения требуемых регулируемых колориметрических характеристик.

В соответствии с поставленной целью и задачами исследований для изучения использована стеклянная матрица на основе алюмосиликатной барий-стронциевой стеклообразующей системы $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-CaO-BaO-SrO-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-Li}_2\text{O}$, допированная оксидами CeO_2 и TiO_2 в широком молярном соотношении (содержания CeO_2 и TiO_2 вводились сверх 100 % основных компонентов стеклообразующей системы). Изменение соотношений $\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$ позволяет провести сравнительный анализ зависимости оптических характеристик от концентрации вводимых оксидов. Синтезируются серии стекол с малым содержанием CeO_2 (1,5 мас.%), при котором уже имеет место его заметный эффект на оптические и колориметрические свойства, и с высоким содержанием CeO_2 (10 мас.%), оказывающим еще более значительное влияние на изменение оптических характеристик. Введение TiO_2 ограничено 25 мас.% вследствие возможной кристаллизации стекла при выработке.

Синтез стекол осуществлялся в газовой печи при 1430–1450 °С с выдержкой при максимальной температуре в течение 2 часов. Все синтезированные стекла хорошо проварились, осветлились и равномерно окрашены по всему объему.

Для полученных стекол исследованы спектры оптического пропускания в УФ и ближней ИК областях (330–1100 нм). В общем случае, спектры пропускания имеют вид с четко выраженным ступенчатым подъемом, разной крутизной, что обусловлено наличием края поглощения (пропускания) спектральной кривой стекол без выраженных полос поглощения в исследуемой области спектра. При длинах волн менее 350 нм сильно поглощает матрица стекла, поэтому возможные полосы поглощения в более коротковолновой области наблюдать невозможно. Положение края поглощения регулируется молярным соотношением $\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$. С увеличением соотношения $\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$ наблюдается смещение края полосы поглощения в области от 330 до 450 нм. В длинноволновой части спектра пропускание достигает 90 %, но эта величина снижается до 80 % с введением TiO_2 . Для ряда исследуемых стекол характерна высокая крутизна спектра от $3,5 \text{ nm}^{-1}$, также заметно снижающаяся до $0,58 \text{ nm}^{-1}$ при увеличении соотношения $\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$.

Колориметрические характеристики исследуемых стекол использовались при установлении зависимости между концентрацией вводимых CeO_2 и TiO_2 и цветом, анализируемым с помощью координат цветности. Ce-Ti-содержащие стекла занимают область от светло-желтого цвета до оранжевого (длина волны излучения изменяется от 560 до 590 нм с увеличением соотношения $\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$). Используя полученные данные возможно синтезировать стекла с заданными колориметрическими характеристиками, при введении необходимых количеств CeO_2 и TiO_2 . По сравнению с другими известными способами создания окраски стекол в этой же спектральной области на основе сульфоселенидов кадмия, сульфидов молибдена, серебра и других металлов, разработанные стекла принципиально отличаются высокой термостабильностью колориметрических характеристик. Кроме того, разработанные стекла характеризуются высоким уровнем физико-технических свойств: температурный коэффициент линейного расширения – $(87-92) \cdot 10^7 \text{ K}^{-1}$; удельное электрическое сопротивление при $350 \text{ }^\circ\text{C}$ – более $10^6 \text{ Ом}\cdot\text{м}$; температура начала размягчения – $630-670 \text{ }^\circ\text{C}$.

Наблюдаемые изменения оптических и колориметрических характеристик стекол можно отнести к формированию центров окраски переменного состава. Исследование методами фотолюминесценции, рентгенофотоэлектронной спектроскопии (РФЭС), электронным парамагнитным резонансом (ЭПР) и рентгеном под малыми углами (РМУ) для состава хромовых центров предлагаются связанные с кислородом состояния Ce(III/IV) и Ti(IV). Установление природы окрашивающего эффекта позволит контролировать и стабилизировать спектральные характеристики стекол, перспективных для использования их в качестве светофильтров в оптоэлектронном приборостроении и для изготовления сигнальных ламп транспортных средств.