

Использование прямого золь-гель метода и металлоорганических соединений германия позволяет, в отличие от существующих в настоящее время вакуумных методов получения $\text{GeO}_2\text{-Eu}_2\text{O}_3$, $\text{GeO}_2\text{-Ag}$, $\text{GeO}_2\text{-Eu}_2\text{O}_3\text{-Ag}$ покрытий, существенно упростить технологию их получения и значительно улучшить сплошность и оптическое качество покрытий. Содержание ионов германия и редкоземельных зольей можно регулировать на стадии приготовления исходных пленкообразующих растворов. Пропускание германиевых пластин в диапазоне от 3 до 12 мкм составляет 70 %. Нанесение просветляющего покрытия позволяет увеличить коэффициент пропускания до 93–95 %.

В работе были синтезированы золь-гель методом двухслойные просветляющие покрытия, где нижний слой на основе золя диоксида германия, а верхний на основе золя диоксида кремния содержащие кластеры Ag, ионы Eu и Ce. Верхним слоем, аналогичного алмазоподобным покрытиям, выступает гидрофобная золь-гель SiO_2 пленка. Показатель преломления таких покрытий составляет 1,6. Введение в наноструктурированную матрицу пленки ионов редкоземельных элементов (Ce, Ag или Eu) позволяет варьировать коэффициент преломления покрытий в диапазоне от 1,3 до 1,6.

В $\text{GeO}_2\text{-(SiO}_2\text{-Ag-Eu)}$ покрытиях был выявлен эффект увеличения люминесценции европия за счет передачи энергии от ионов серебра ионам европия. Также в покрытиях присутствует пик поглощения на длине волны 430 нм, который соответствует плазмонорезонансному пику поглощения серебра, что, согласно теории Ми, свидетельствует о формировании в матрице тонкой пленки наночастиц серебра размером 50 нм.

Установлено, что покрытия $\text{GeO}_2\text{-(SiO}_2\text{-Ag-Eu)}$, полученные золь-гель методом в пленкообразующих растворах, полимеризуются на поверхности стекла, кремния, кварца и других типах подложек при низких температурах с образованием сильных ковалентных ($\text{Si}_{\text{подложка}}\text{-O-Ge}_{\text{пленка}}\text{-O-Si}_{\text{пленка}}$) связей.

ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ СТЕКЛА SiO_2 ПЛЕНОК, СОЛЕГИРОВАННЫХ ИОНАМИ МЕТАЛЛОВ

А. И. Воденикова (УО «ГГУ им. Ф. Скорины»)

Научн. рук. Д. Л. Коваленко,

канд. физ.-мат. наук, доцент

В настоящее время на рынке Республики Беларусь возросло количество солнцезащитных очковых линз произведенных различными фирмами. Однако подавляющее большинство таких линз имеют неудовлетворительное качество, а очки с такими линзами не защищают глаза от воздействия солнечного излучения и, в частности, от поражения глаз наиболее вредным излучением ультрафиолетового диапазона. В настоящее время на РУП «ЗАВОД-ОПТИК» происходит выпуск очковых линз из стекла БОК-3 и БОК-3М с окрашенными золь-гель покрытиями (разработанными в Проблемной НИЛ УО «ГГУ им. Ф.Скорины»), задерживающими ультрафиолетовое излучение. Однако данные покрытия, приготовленные на основе кремнийоксидных пленок, имеют окраску только одного цвета, определяемую присутствием оксида марганца.

Нанесение декоративных покрытий на поверхности очковых линз может осуществляться вакуумными методами (PVD, CVD). Это могут быть однослойные алмазоподобные покрытия или покрытия на основе фтористого магния, а также многослойные просветляющие покрытия. Более экономичным и энергетически выгодным является используемый нами золь-гель метод нанесения декоративных покрытий. Тонкие покрытия могут быть получены из пленкообразующего золя, синтезированного путем гидролиза тетраэтилоксисиликата $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2$ в водноспиртовой смеси. Окрашенные покрытия получены путем добавление солей металлов (Fe, Co) в исходный пленкообразующий золь. Золь наносили на поверхность очковой линзы методом центрифугирования на станке для просветления оптики типа СП-150У. На поверхность оконного стекла – пульверизацией, окунанием.

Исследование оптических спектров золь-гель пленок осуществлялось при помощи спектрофотометра Specord M40. Установлены зависимости изменения значения коэффициента пропускания в спектрах для разных концентраций соответствующих солей кобальта, железа, церия, а так же гибридных соединений кобальта и железа с модификаторами.

Пленки SiO₂, легированные Fe. Свеженанесенные пленки системы SiO₂-Fe_xO_y обладали высокой прозрачностью и однородностью и имели светло-зеленый цвет до термообработки и от золотистого до оранжево-красного – после термообработки при 500 С в течение 15 минут. В качестве источника железа использовался хлорид железа, а в качестве катализатора вводились ортофосфорная и борная кислоты. Окончательный цвет покрытия зависел от концентрации хлорида железа в исходном пленкообразующем растворе. Полученные покрытия имели стекловидную структуру.

Пленки SiO₂, легированные Co. Кобальт в пленках может образовывать оксокомплексы Co²⁺ и Co³⁺. Введение в исходный золь нитрата кобальта в концентрации до 15 масс.% позволяет получить пленки голубого цвета. Типичный спектр пропускания таких покрытий имеет широкий пик поглощения в области 600 нм, что является атрибутом ионов Co²⁺ в тетраэдрическом поле ионов кислорода [1]. Дальнейшее увеличение концентрации нитрата кобальта приводит к образованию пленок коричневого цвета с интенсивной абсорбционной полосой в УФ области спектра и слабоинтенсивной полосой поглощения при 690 нм. Такой спектр характерен для трехзарядных ионов, обладающих конфигурацией «оптических» электронов d⁷. С увеличением концентрации нитрата кобальта в исходном золе пропускание в видимой области уменьшается.

Исследование оптических ИК спектров золь-гель пленок осуществлялось с использованием Фурье-спектрометра Vertex 70. В ИК спектрах не легированных золь-гель пленок наблюдались полосы 1060 см⁻¹, 810 см⁻¹, 950 см⁻¹, 460-450 см⁻¹, которые соответствуют деформационным Si-O-Si колебаниям, и вращательным колебаниям O-Si-O, валентным симметричным колебаниям Si-O и Si-OH, соответственно.

Из анализа инфракрасных спектров пропускания следует также, что введение фосфора и бора в пленкообразующий раствор существенно не изменяет свойств золь-гель пленки. Дополнительное введение ионов металлов не привело к существенному изменению положения полос поглощения. Это свидетельствует о том, что кремнийоксидная матрица является инертной, а образуемые комплексы металлов в покрытии не влияют на структуру, формируемой SiO₂ пленки. Тест на механическую прочность показал, что пленки системы SiO₂-Fe_xO_y, SiO₂-Co_xO_y, нанесенные на поверхность очковых линз РУП «ЗАВОД-ОПТИК», обладают высокими эксплуатационными характеристиками.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСАДКИ БОЛЬШЕРАЗМЕРНОЙ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ КАК НЕЛИНЕЙНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

Ю. Н. Волотовская (УО «ГТУ им. Ф. Скорины»)

Научн. рук. Л. А. Цурганова

канд. физ.-мат. наук, доцент

В реальных условиях физико-механические и геометрические характеристики грунтовых напластований оснований фундаментов всегда различны, поэтому и при равномерной нагрузке на большегабаритную фундаментную плиту всегда будет возникать крен. Устранение крена может быть реализовано путем увеличения несущей способности фундамента инженерными способами либо на стадии проектирования путем изменения конфигурации, размеров, формы плиты. Второй способ требует гораздо меньше материальных затрат.