

# РОЛЬ ДИОКСИДА ТИТАНА В УПРОЧНЕНИИ СТРУКТУРЫ НАТРИЙБОРОСИЛИКАТНЫХ СТЕКОЛ

Кухаренко С.А.

Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины  
04074, г. Киев, Украина, ул. Автозаводская, 2, E-mail: svetlana@ism.kiev.ua

Введение диоксида титана в стекла оказывает положительное влияние на их свойства: коэффициенты преломления и термического расширения, модуль упругости, прочность, термостойкость, электрические свойства.

Роль титана в структуре стекла неоднозначна и во многом зависит от химического состава стекол, поэтому изучение химического взаимодействия расплавов стекол с тугоплавкими оксидами представляет значительный интерес. Изменения в структуре взаимодействующих расплавов стекол с диоксидом титана изучали с помощью ИК спектров поглощения в области 400–1600 см<sup>-1</sup>.

Сравнение ИК спектров щелочносиликатных стекол в системе Na<sub>2</sub>O–CaO–B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–SiO<sub>2</sub> с содержанием SiO<sub>2</sub>>50 % (по массе) и с добавкой от 5 до 20 % диоксида титана в качестве модифицирующей добавки (рис. 1) позволяет заключить, что в сетке натрийборосиликатных стекол реализуется 6-координированное состояние титана. Выявленные характеристические полосы поглощения лежат в интервале волновых чисел 500–700 см<sup>-1</sup>, что свидетельствует о их принадлежности к группам TiO<sub>6</sub>.

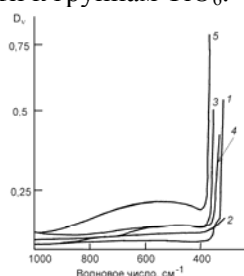


Рис. 1 – ИК-спектры поглощения натрийборосиликатного стекла в исходном состоянии (1) и с добавкой TiO<sub>2</sub>: 5 (2), 10 (3), 15 (4), 20 (5) % (по массе).

Как следует из спектра поглощения (рис. 1) введение TiO<sub>2</sub> в натрийборосиликатное стекло приводит к сдвигу края поглощения в длинноволновую часть спектра. Одновременно в спектре появляется максимум поглощения при 480–510 см<sup>-1</sup>, интенсивность которого растет с повышением концентрации TiO<sub>2</sub>.

Зависимость смещения максимума полосы поглощения 485 см<sup>-1</sup> от количества введенного тугоплавкого диоксида титана приведена на рис. 2.

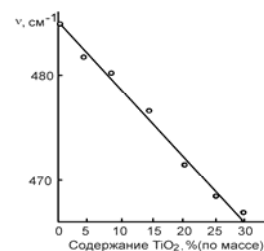


Рис. 2 – Зависимость смещения максимума полосы 485 см<sup>-1</sup> от количества тугоплавкого оксида TiO<sub>2</sub>.

В связи с высокой способностью титана к комплексообразованию ионы Na<sup>+</sup> отдают связанный с ними кислород на построение координационных полиэдров титана с преимущественным образованием в структуре стекла натриевотитанатных комплексов типа [TiO<sub>6/2</sub>]<sup>2-</sup>Na<sub>2</sub><sup>+</sup>. Хотя титан в 6-ной координации играет роль модификатора, однако обладая более прочной связью с кислородом (по сравнению с одно- и двухвалентными катионами), ионы Ti<sup>4+</sup> встраиваются в сетку стекла в виде комплексов [TiO<sub>6/2</sub>]<sup>2-</sup>Na<sub>2</sub><sup>+</sup>, повышая степень связности сетки стекла упрочняют ее и приводят к более плотной упаковке ионов.

Образующаяся при замещении SiO<sub>2</sub> на TiO<sub>2</sub> титаносиликатная сетка, группы [TiO<sub>6/2</sub>]<sup>2-</sup> в которых соединяются с тетраэдрами SiO<sub>4</sub> через вершины и забирают для компенсации избыточного заряда катионы Na<sup>+</sup>, отличается от кремнекислородной сетки чистого натрийборосиликатного стекла более высокой степенью связности. При этом увеличивается и сила связи катиона Na<sup>+</sup> с кислородом и прочность его закрепления в сетке стекла при переходе от групп [Si<sub>3/2</sub>O]Na<sub>2</sub><sup>+</sup> к группам [TiO<sub>6/2</sub>]<sup>2-</sup>Na<sub>2</sub><sup>+</sup>. Сочетание этих двух факторов и обуславливает упрочнение структуры стекла, проявляющиеся в снижении коэффициента термического расширения, повышении вязкости, микротвердости, химической стойкости.