

УДК 535.15

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ ФАЗОВЫХ ГОЛОГРАММ, ЗАПИСАННЫХ НА ФОТО-ТЕРМО-РЕФРАКТИВНОМ СТЕКЛЕ**А.С. Златов, С.А. Иванов, М.Ю. Приказов, Ю.Л. Корзинин, Н.В. Никоноров**

Исследована зависимость амплитуды модуляции первой гармоники показателя преломления объемных голограмм на силикатном фото-термо-рефрактивном стекле от параметров термообработки.

Ключевые слова: голография, термическая обработка, фото-термо-рефрактивное стекло.

Одним из перспективных материалов для создания эффективных голограммных объемных элементов являются фото-термо-рефрактивные (ФТР) стекла [1]. Голограммы на этих стеклах обладают высокой дифракционной эффективностью и спектрально-угловой селективностью. Высокая термическая и оптическая прочность фото-термо-рефрактивных стекол позволяет использовать такие голограммные оптические элементы в мощных лазерных системах. Кроме этого, голограммы, зарегистрированные в ФТР-стекле, обладают высокой химической устойчивостью и механической прочностью и в этом отношении практически не отличаются от коммерческого оптического стекла К8.

В работе использованы цинковоалюмосиликатные ФТР стекла с большим содержанием фтора, активированные ионами церия, серебра и сурьмы. Стекла были синтезированы в кварцевых тиглях при температуре 1500°C из реактивов марки ОСЧ. Исследованы свойства объемных фазовых голограмм на силикатном ФТР стекле, запись голограмм производилась He-Cd лазером на длине волны 325 нм по симметричной двулучевой схеме. Измерения угловой селективности проводились на двух длинах волн – в видимой области He-Ne лазером ($\lambda=633$ нм) и полупроводниковым лазером ($\lambda=850$ нм). Также в работе измерялась дифракционная эффективность исследуемых голограмм. Амплитуда модуляции первой гармоники показателя преломления рассчитывалась путем сравнения экспериментально измеренного и расчетного контура угловой селективности.

В результате проведенных экспериментов было установлено влияние параметров завершающего этапа термической обработки образца на величину амплитуды модуляции первой гармоники показателя преломления, причем были получены значительно большие значения по сравнению с литературными данными [2]. Изменение амплитуды модуляции первой гармоники показателя преломления для наших стекол составило $2,5 \cdot 10^{-5}$, хотя, по данным приведенной выше статьи, эти изменения должны были составить величину порядка $1 \cdot 10^{-6}$. Также было получено, что в ИК области спектра с ростом времени охлаждения значение амплитуды модуляции первой гармоники показателя преломления падает, в красной области спектра оно сначала уменьшается, но в дальнейшем несколько возрастает. Исследование спектров поглощения также показало, что медленное охлаждение ФТР-стекла приводит к росту полосы поглощения коллоидного серебра с максимумом 455 нм и его сдвигу в коротковолновую область спектра.

Причина таких изменений может быть связана с возникновением и релаксацией напряжений между стеклофазой и кристаллической фазой. Так, при быстром охлаждении могут возникать механические напряжения, которые, в свою очередь, могут приводить к увеличению показателя преломления за счет эффекта фотоупругости. При медленном охлаждении механические напряжения релаксируют, и их вклад в общее изменение показателя преломления при фото-термо-индуцированной кристаллизации стекла незначителен. Аналогичные выводы были сделаны в работе [2]. Сдвиг полосы поглощения в коротковолновую сторону у образца, полученного медленным охлаждением, может быть связан с изменением формы, структуры и дефектных состояний нанокристаллов (NaF-AgBr) по сравнению с образцом, полученным при быстром охлаждении (закалкой) [3].

Результаты работы показывают, что для получения лучших характеристик объемных трехмерных голограмм на ФТР-стекле образцы этого стекла необходимо охлаждать с большей скоростью.

1. Кучинский С.А., Никоноров Н.В., Панышева Е.И., Савин В.В., Туниманова И.В. Свойства объемных фазовых голограмм на мультихромных стеклах // Оптика и спектроскопия. – 1991. – Т. 70. – № 6. – С. 1296.
2. Lumeau J., Glebova L., Souza G.P., Zanotto E.D., Glebov L.B. Effect of cooling on the optical properties and crystallization of UV-exposed photo-thermo-refractive glass // Journal of Non-Crystalline Solids. – V. 354. – Is. 42–44. – P. 4730–4736.
3. Nikonorov N.V., Sidorov A.I., Tsekhomskii V.A., and Lazareva K.E. Effect of a Dielectric Shell of a Silver Nanoparticle on the Spectral Position of the Plasmon Resonance of the Nanoparticle in Photochromic Glass // Optics and Spectroscopy. – 2009. – V. 107. – № 5. – P. 705–707.

Златов Андрей Сергеевич – СПбГУ ИТМО, студент, zlatov@oi.ifmo.ru; *Иванов Сергей Александрович* – СПбГУ ИТМО, студент, coolwolv@rambler.ru; *Приказов Максим Юрьевич* – СПбГУ ИТМО, студент, prikazov@ya.ru; *Корзинин Юрий Леонидович* – СПбГУ ИТМО, кандидат физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник, korzinin@oi.ifmo.ru; *Никоноров Николай Валентинович* – СПбГУ ИТМО, доктор физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой, nikonorov@oi.ifmo.ru