

Антраценосодержащий полимерный материал с фенантренхиноном для формирования тонких и объемных голограмм

В. В. Могильный¹, Э. А. Храмцов^{1,2}, А. П. Шкадаревич²

¹ Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

² Унитарное предприятие «НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО», Минск, Республика Беларусь

Исследовано формирование тонких и объемных голографических дифракционных решеток в новом антраценосодержащем полимерном материале с фенантренхиноном в качестве светочувствительного компонента. Запись объемных голографических дифракционных решеток проводилась в материале с толщиной порядка 10 мкм лазерным излучением с длиной волны 532 нм и получена максимальная дифракционная эффективность порядка 9%. Запись рельефных голографических дифракционных решеток проводилась в материале с толщинами порядка 1 мкм с последующей обработкой в жидком углеводороде за счет обратимой пластификации. Максимальная амплитуда рельефа составила порядка 25% от толщины регистрирующего материала, а дифракционная эффективность до 20%.

Ключевые слова: Сенсibilизированное фотоокисление, Фенантренхинон, Антрацен, Полимерный фотоматериал, Рельефная голографическая дифракционная решетка.

Цитирование: Могильный, В. В. Антраценосодержащий полимерный материал с фенантренхиноном для формирования тонких и объемных голограмм / В. В. Могильный, Э. А. Храмцов, А. П. Шкадаревич // HOLOEXPO 2022: XIX Международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — Барнаул: ИП Колмогоров И. А., 2022. — С. 334–336.

Введение

Эффект фотоокисления молекул антрацена в полимерной матрице используется при записи объемных голограмм в материале Реоксан, разработанном в ГОИ им.С.И.Вавилова [1]. Для генерации синглетного кислорода в этом процессе применяются различные красители, оптическое поглощение которых перекрывает весь видимый диапазон спектра, что позволяет варьировать область спектральной чувствительности материала в широких пределах. Необходимость предварительного насыщения слоев Реоксана кислородом при высоком давлении создает технические трудности, а также ограничивает время, в течение которого регистрирующие слои сохраняют фоточувствительность. Молекулы антрацена и его пероксида, формирующие дифракционную структуру, обладают в полимерной матрице подвижностью, снижающей стабильность голограммы во времени [2] и исключающей применение ее жидкостной обработки. Если связать химически антраценовые структуры с макромолекулами при синтезе полимера и обеспечить хорошую проницаемость материала для атмосферного кислорода, то появляется возможность формировать стабильные фазовые голограммы в объеме слоя и проводить их жидкостную обработку без разрушения голографических структур [3].

В настоящей работе экспериментально изучено фотоокисление боковых антраценовых групп нового полимера с температурой стеклования около 338 К кислородом, поступающим в слой через границу с воздушной средой, при фотосенсибилизации процесса добавкой фенантренхинона. Фенантренхинон обладает хорошей растворимостью в полимере и создает фоточувствительность в сине-зеленой области спектра, обеспеченной рядом мощных лазерных источников излучения. Оптическое возбуждение вблизи максимума длинноволнового поглощения фенантренхинона (~ 410 нм) позволяет увеличить чувствительность материала в слое толщиной ~ 1 мкм в 15 раз по сравнению со слоями с метиленовым синим в качестве фотосенсибилизатора. При однородном облучении слоев композиции с фенантренхиноном в спектральном диапазоне 408-532 нм изменение показателя преломления, измеренное с помощью волноводной методики, достигало величины - 0,02. Это позволило лазерным излучением $\lambda = 532$ нм в слоях толщиной около 10 мкм записывать объемные голографические решетки с максимальной дифракционной эффективностью до 9 %.

Показана возможность использования механических напряжений в структуре голографических решеток в тонких слоях (1 мкм) для формирования периодических поверхностных фоторельефов (рельефно-фазовых голограмм). Поверхностные фоторельефы формируются после записи голографических решеток лазерным излучением в пределах длинноволнового поглощения фенантренхинона в процессе обработки жидким углеводородом (обратимая пластификация). Их максимальная амплитуда составляет около 25% толщины регистрирующего слоя. Несовершенство поверхности и несинусоидальность фоторельефа снижают достижимую при 100 % отражении дифракционную эффективность до значений менее 0,20.

Список источников

- [1] Лашков Г. И. Перенос энергии с участием триплетных состояний в фазовой регистрации света // Успехи физических наук. — 1986. — Т. 148. — №. 3. — С. 539–541.
- [2] Вениаминов А. В. и др. Голографическая релаксометрия как метод исследования диффузионных процессов в полимерных регистрирующих средах // Оптика и спектроскопия. — 1986. — Т. 60. — №. 1. — С. 142–147.
- [3] **Могильный, В.В.** Фотоокисление антраценсодержащих полимеров атмосферным кислородом для объемно-фазовой и рельефно-фазовой голографической записи/ В.В. Могильный, А.И. Станкевич, Э. А. Храмцов, А. П. Шкадаревич // Взаимод. излучений с твердым телом: Материалы 14 Международной конференции. — Минск: БГУ.-2021. — С. 325–329.

Anthracene-containing polymeric material with phenanthrenquinone for the formation of thin and volume holograms

U. V. Mahilny¹, E. A. Khramtsou^{1,2}, A. P. Shkadarevich²

¹ Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

² Unitary enterprise «STC «LEMT» of the BelOMO», Minsk, Republic of Belarus

The formation of thin and bulk holographic diffraction gratings in a new anthracene-containing polymer material with phenanthrenquinone as a photosensitive component has been studied. The recording of volumetric holographic diffraction gratings was carried out in a material with a thickness of about 10 μm using laser radiation with a wavelength of 532 nm, and a maximum diffraction efficiency of about 9% was obtained. Relief holographic diffraction gratings were recorded in a material with a thickness of about 1 μm , followed by processing in a liquid hydrocarbon due to reversible plasticization. The maximum amplitude of the relief was about 25% of the thickness of the recording material, and the diffraction efficiency was up to 20%.

Keywords: Sensitized photooxidation, Phenanthrenquinone, Anthracene, Polymeric photographic material, Embossed holographic diffraction grating.