

Применение фотополимера Baufol NH для сжатия импульсов в ИК диапазоне

В. Н. Борисов, И. В. Жлуктова¹, А. Д. Зверев¹, В. А. Камынин¹, М. С. Копьева^{1,2},
В. В. Лесничий³, Р. А. Окунь¹, В. Б. Цветков¹

¹ Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, Москва, Россия

² Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

³ Фрайбургский университет, Фрайбург, Германия

В работе исследован потенциал использования дифракционных элементов на базе голографического фотополимера Baufol NH в ближнем инфракрасном диапазоне. Показано, что модуляция показателя преломления не уменьшается в инфракрасном диапазоне по сравнению с видимым. Показано нарушение закона взаимозаменяемости при масштабировании периода голограммы от 414 до 2100 нм. Создан компрессор chirпированных импульсов с центральной длиной волны вблизи 1,06 мкм и шириной спектра ≈ 8 нм на основе голографических решеток, записанных в фотополимере Baufol NH 200.

Ключевые слова: Голография, Baufol, фотополимер, ИК излучение, оптический компрессор.

Цитирование: **Борисов, В. Н.** Применение фотополимера Baufol NH для сжатия импульсов в ИК диапазоне / В. Н. Борисов, И. В. Жлуктова, А. Д. Зверев, В. А. Камынин, М. С. Копьева, В. В. Лесничий, Р. А. Окунь, В. Б. Цветков // HOLOEXPO 2022: XIX Международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — Барнаул: ИП Колмогоров И. А., 2022. — С. 151–153.

Введение

На сегодняшний день одним из наиболее коммерчески успешных голографических материалов позволяющих создавать низкоселективные дифракционные элементы является Baufol NH [1, 2]. Однако на данный момент абсолютное большинство применений этого материала ограничено видимым диапазоном длин волн. Основной целью данной работы – изучить возможность применения голографических элементов, записанных в фотополимере Baufol NH, в ближнем инфракрасном (ИК) диапазоне (длина волны 1–2 мкм).

Задачи исследования и методы

Первой задачей работы стало изучение модуляции показателя преломления фотополимера в ИК диапазоне и распределение динамического диапазона показателя преломления между гармониками в зависимости от условий записи. Анализ влияния условий записи проводился с использованием модели полимеризации и линейной диффузии в фотополимерах [3], с применением измененной формулы отношения скоростей диффузии и полимеризации:

$$R^* \frac{k}{D} = \frac{K^2}{I},$$

где K – длина вектора решетки, I – средняя интенсивность записывающего излучения в материале, k и D – материальные константы, описывающие скорости диффузии и полимеризации. Сопоставлены модуляция первой гармоники показателя преломления в ИК области (n_1) с условиями записи (рис. 1).

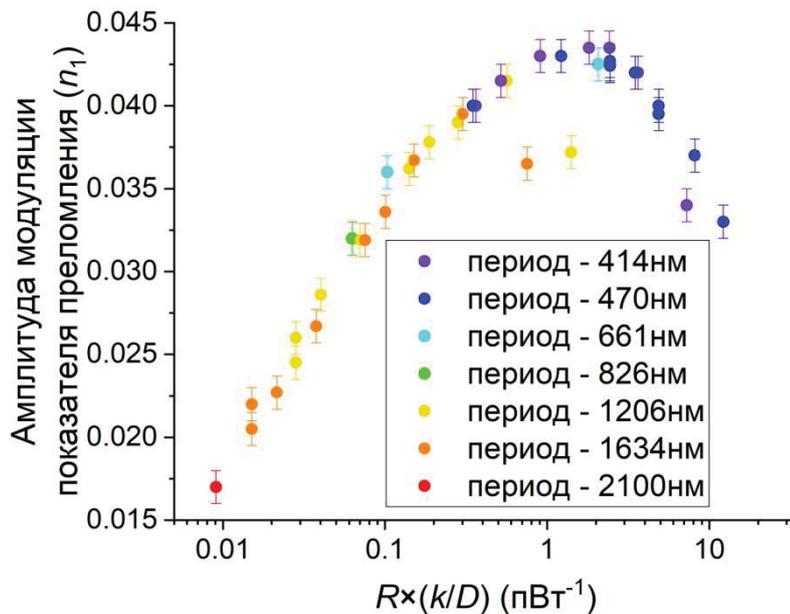


Рис. 1. Распределение n_1 записанных голограмм от отношения квадрата длины вектора решетки к средней интенсивности записывающего излучения

Вторая задача – разработка оптического компрессора оптимизированного для импульсного волоконного Yb-лазера с центральной длиной волны вблизи 1.06 мкм и шириной спектра ≈ 8 нм. Рассчитаны характеристики дифракционных элементов, габариты и дисперсия компрессора, приводятся экспериментальные результаты по сжатию импульсов в разработанном компрессоре.

Заключение

В работе показано, что модуляция показателя преломления голограмм значимо не уменьшается в ближнем ИК диапазоне по сравнению с видимым диапазоном спектра. В частности, фотополимер позволяет получать голограммы с эффективностью $> 97\%$ на длинах волн восстановления около 1.55 мкм, что делает его привлекательным материалом для изготовления дифракционной оптики, в том числе, для телекоммуникационных применений. В работе установлены оптимальные условия для записи голограмм с наиболее сильным первым порядком дифракции для широкого диапазона периодов (414–1634 нм). Результаты исследования позволили разработать оптический компрессор chirпированных импульсов для волоконного Yb-лазера.

Список источников

- [1] **Marín-Sáez, J.** Characterization of volume holographic optical elements recorded in Bayfol HX photopolymer for solar photovoltaic applications / J. Marín-Sáez, J. Atencia, D. Chemisana, M.-V. Collados // Optics Express. — 2016. — Vol. 24. — Issue 6 — P. A720–A730. — DOI:10.1364/OE.24.00A720.
- [2] **Putilin, A. N.** Holographic Waveguide Periscopes in Augmented Reality Displays / A. N. Putilin, A. V. Morozov, S. S. Kopenkin, S. E. Dubynin, Yu. P. Borodin // Optics and Spectroscopy. — 2020. — Vol. 128. — № 11 — P. 1828–1836. — DOI: 10.1134/S0030400X2011020X.

- [3] **Sheridan, J. T.** Nonlocal-response diffusion model of holographic recording in photopolymer / J. T. Sheridan, J. R. Lawrence // Optical Society of America. — 2000. — Vol 17. — № 6. — P. 1108–1114. — DOI:10.1364/JOSAA.17.001108.

Bayfol HX photopolymer for pulse compression in the IR range applications

V. N. Borisov, I. V. Zhluktova¹, A. D. Zverev¹, V. A. Kamynin¹, M. S. Kopyeva^{1,2}, V. V. Lesnichii³, R. A. Okun¹, V. B. Tsvetkov¹

¹ Prokhorov General Physics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russia

³ Albert Ludwig University of Freiburg, Freiburg, Germany

The potential of using diffractive elements based on the Bayfol HX holographic photopolymer in the near infrared range has been studied in this work. It is shown that the modulation of the refractive index does not decrease in the infrared spectral range compared to the visible range. A violation of the reciprocity is shown with scaling of the hologram period from 414 to 2100 nm. A compressor for chirped pulses with a central wavelength near a 1.06 μm and a spectral width of 8 nm has been created based on holographic gratings recorded in a Bayfol HX 200 photopolymer.

Keywords: Holography, Bayfol, photopolymer, IR radiation, optical compressor.