

УДК 622.831.1:620.171.5

ИЗМЕНЕНИЕ ДИСПЕРСИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ИОНООБМЕННЫХ ПЛАНАРНЫХ ВОЛНОВОДОВ

Янина Т. И., к.т.н., доцент

Гуменный А. С., к.т.н., доцент

Мальшин А. А., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Модификация приповерхностных слоев оптических стекол методом низкотемпературной диффузии приводит к изменению структуры на глубине от 5 до 100 мкм, в зависимости от диффундирующего иона, времени и температуры обработки. Полученный слой имеет оптические характеристики, отличные от характеристик исходного стекла, повышенный показатель преломления, дисперсию.

Волноводная мода, или мода, – это часть излучения, распространяющаяся в модифицированном приповерхностном слое под определенным углом на соответствующей глубине. При исследовании дисперсии оптических параметров волноводов важной характеристикой является зависимость модовых показателей преломления от длины волны – модовая дисперсия показателей преломления.

Данные по дисперсии модовых показателей преломления необходимы для создания приборов интегральной оптики и изучения дисперсии показателей преломления ионообменных слоев, т. к. дисперсия модовых показателей преломления соответствует дисперсии показателей преломления ионообменных слоев.

Дисперсионные зависимости модовых показателей преломления для разных типов волноводов, полученные из модовых спектров («вертикальные разрезы» при ($m = \text{const}$), представлены на рисунках (1–4).

Для всех исследованных волноводов наблюдался нормальный ход дисперсии, что говорит о том, что область поглощения для всех полученных ионообменных слоев $M^+ \rightleftharpoons Na^+$ (где M – R, Tl, Ag, Rb) лежит за пределами видимой области спектра.

В качестве примера на рис. 1 приведена дисперсия модовых показателей преломления К-волноводов, сформированных на стекле крон (К8). Она мало отличается от дисперсии исходного стекла, а дисперсия показателей преломления мод высшего порядка практически совпадает с дисперсией показателей преломления стекла. Исследование влияния температурно-

временных факторов формирования К-волноводного слоя на дисперсию модовых показателей преломления выявило, что дисперсия основной моды мало зависит от их изменения.

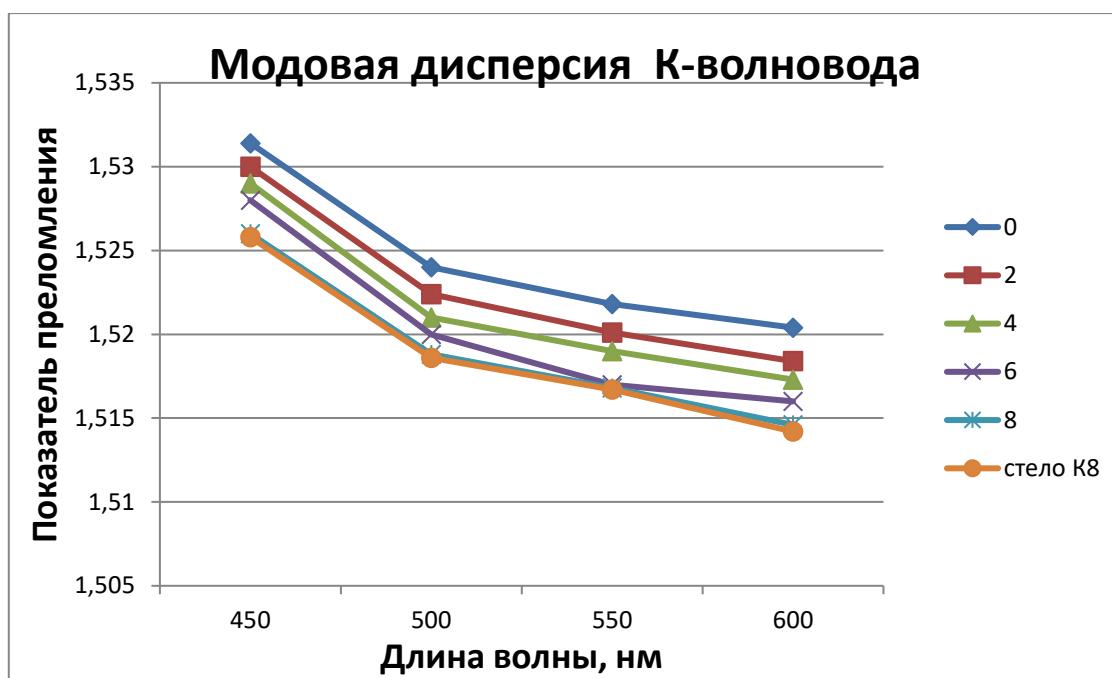


Рис. 1. Дисперсия К-волноводов

Дисперсия модовых показателей преломления Rb-волноводов приведена на рис. 2. Как и в К-волноводах, дисперсия низших мод Rb-волноводов больше отличается от дисперсии исходного стекла (особенно для Rb-волноводов, сформированных на стекле K-8).

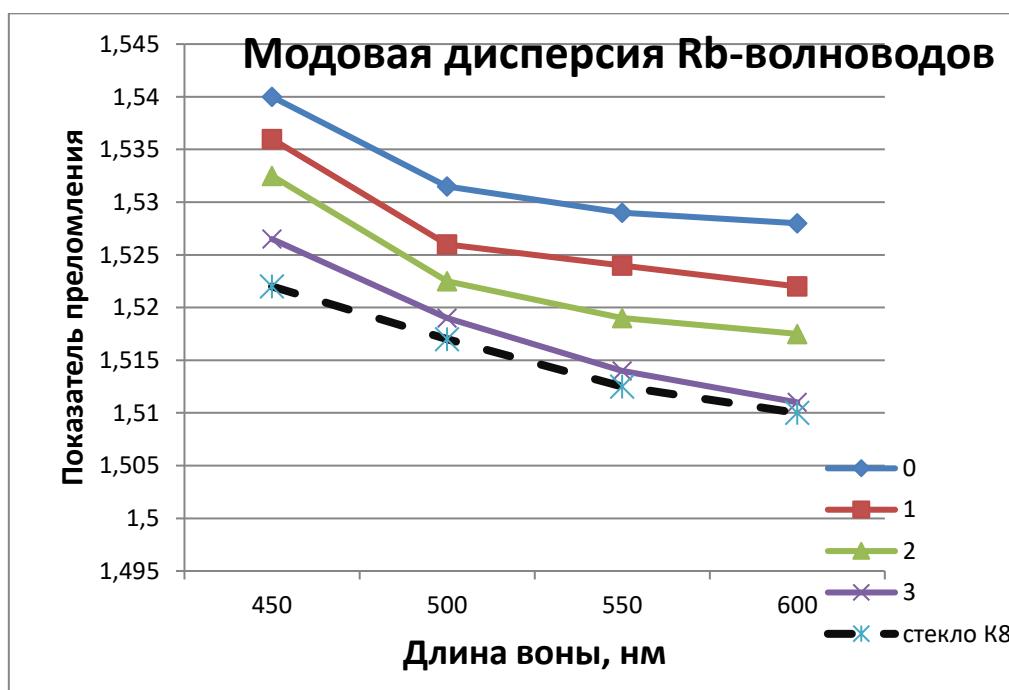


Рис. 2. Дисперсия Rb-волноводов

Дисперсия показателей преломления высших мод мало отличается от дисперсии исходного стекла и на Rb-волноводах на стеклах К8, ФОТО, ТИФ практически совпадает.

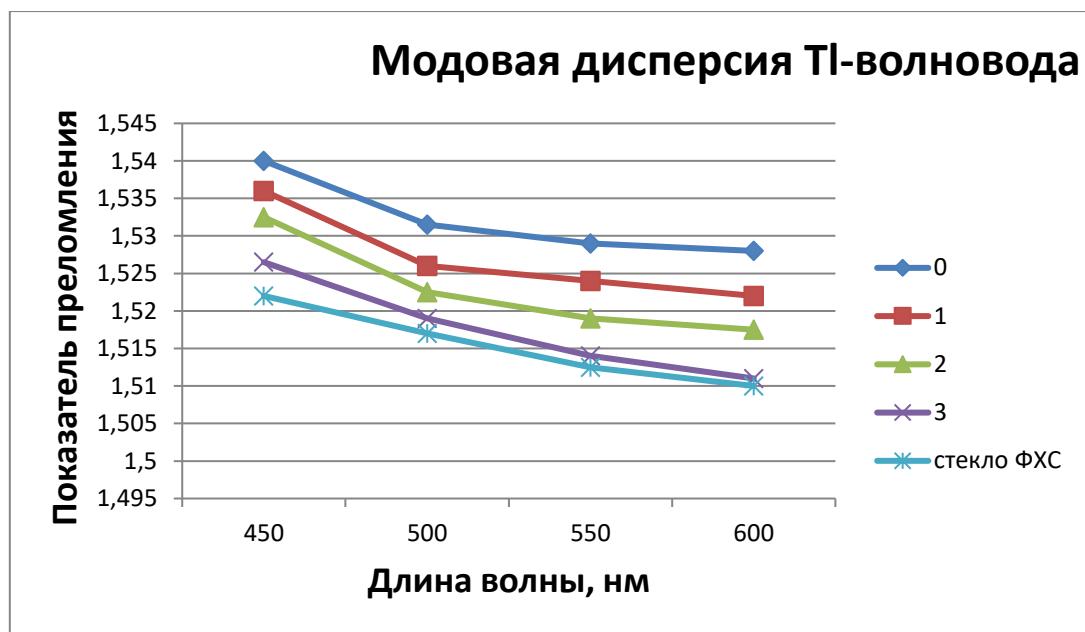


Рис. 3. Дисперсия Tl-волноводов

На рис. 3 приведена дисперсия модовых показателей преломления Tl-волноводов. Из рисунка видно, что наибольшей дисперсией обладают моды высшего порядка.

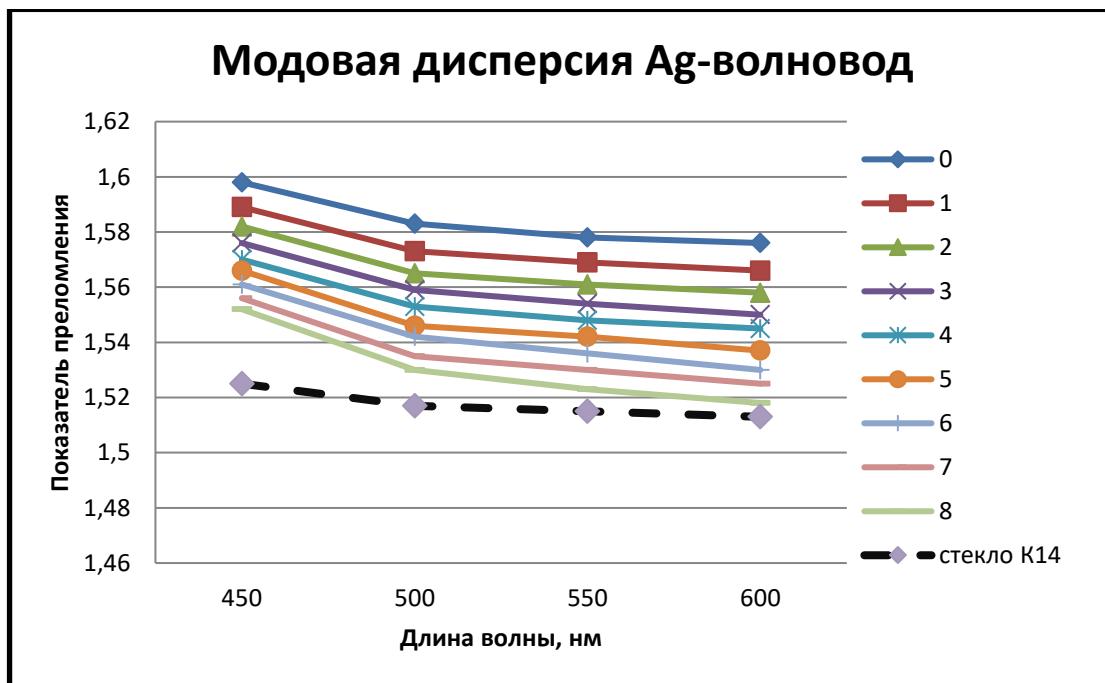


Рис. 4. Дисперсия Ag-волноводов

Аналогична, но менее ярко выражена дисперсия модовых показателей преломления Ag-волноводов, приведенная на рис. 4. Причем, дисперсия модовых показателей преломления волноводов, полученных диффузией из расплавов чистого AgNO_3 и из смеси $\text{AgNO}_3 - \text{NaNO}_3$, практически одинакова и зависит от стекла-подложки: дисперсия модовых показателей преломления низших мод Ag-волноводов, полученных на стеклах K5, отличается незначительно от дисперсии модовых показателей преломления Ag-волноводов, сформированных в таких же режимах, на стекле K14, а для высших мод это отличие существенно.

Анализ полученных результатов показывает, что при низкотемпературной диффузии сформированный слой и исходное оптическое стекло имеют разные оптические параметры: показатель преломления, дисперсию. Полученные различия уменьшаются с глубиной волноводного слоя и полностью нивелируются для мод высшего порядка, например K-волноводы.

Полученные результаты будут полезны при создании блока сопряжения для системы непрерывного контроля напряженного состояния массива горных пород.

Список литературы

1. Расчет распределенной нагрузки в массиве горных пород по изменению интерференционной картины с фотоупругого датчика / В. С. Зимина, Е. А. Штенин, Т. И. Янина, А. С. Гуменный // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах», КузГТУ, 22–23 ноября 2017 г. – Кемерово, 2017. – С. 131. – Текст : непосредственный.
2. Янина, Т. И. Физические основы работы сплошного фотоупругого датчика в условиях полного сцепления со стенками скважины / Т. И. Янина, А. С. Гуменный // Материалы XVI Международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2016», КузГТУ, 23–24 ноября 2016 г. – Кемерово, 2016. – С. 176. – Текст : непосредственный.
3. Янина, Т. И. Дисперсия оптических элементов системы контроля напряженного состояния массива горных пород / Т. И. Янина, А. С. Гуменный // Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая», КузГТУ, 20–23 апреля 2021 г. – Кемерово, 2021. – С. 095314. – Текст : непосредственный.