

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ФИЗТЕХ-ШКОЛА ЭЛЕКТРОНИКИ, ФОТОНИКИ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

ПРАКТИКУМ КАФЕДРЫ ФОТОНИКИ

Исследование оптического качества образцов прозрачных материалов на лабораторной установке контроля

выполнили студенты 654а группы ФЭФМ

Агафонов Владислав
Карпова Татьяна
Смирнов Артур

1 Цель работы

Исследование фазовых дефектов в оптических элементах разными методами, используя непрерывный He-Ne лазер с линейной поляризацией излучения ($\lambda = 632 \text{ нм}$)

2 Методы анализа образцов

В данной работе используются следующие методы экспресс-анализа качества оптических элементов и исследования фазовых дефектов в них:

1. Теневой метод наблюдения свилей и ростовых полос в кристаллах (метод Шлирена)
2. Интерференционный метод с использованием интерферометра Маха-Цендера

В теневом методе исследования образец просвечивается прямым пучком излучения; на экране наблюдается свет, прошедший через образец. По изображению можно определить места, где свет не проходит из-за дефектов. Для увеличения контрастности изображения в данном методе используется нож Фуко, закрывающий центральный максимум.

В интерференционном методе исходный пучок лазерного излучения разбивается на два. Один проходит через образец, другой через плечо интерферометра. Затем эти два луча сводятся на экран, где наблюдается интерференционная картина. По величине искажения интерференционных полос можно определить вносимую величину фазовых искажений в лазерное излучение. Она определяется разностью оптических путей лазерного излучения в однородном области материала и области с фазовым дефектом (где наблюдается искривление интерференционных полос).

3 Образцы, используемые в работе

Исследовались различные оптические элементы: легированные стержни, стёкла различного состава и размера. Фотографии образцов приведены на рис. 1, список образцов приведён в таблице 1.

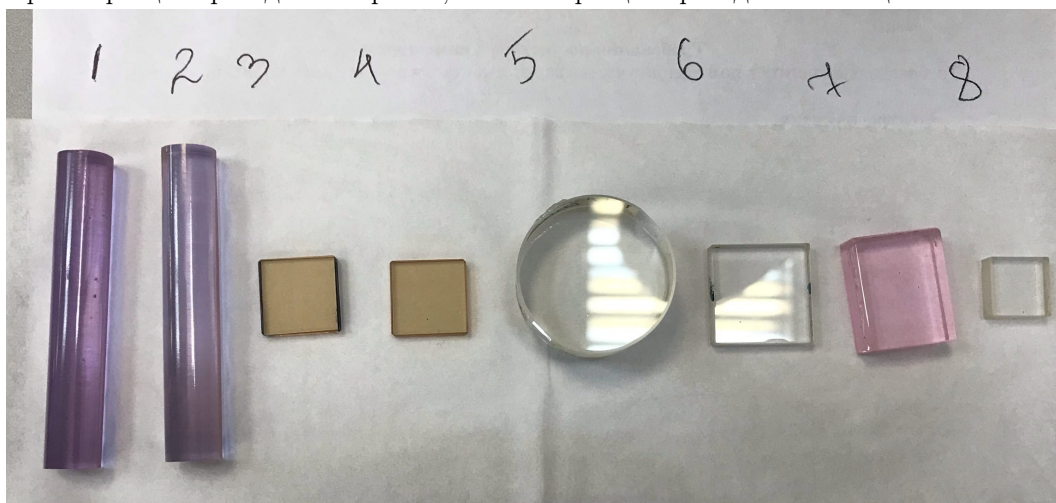


Рис. 1: Образцы, исследуемые в работе

Таблица 1: Образцы, используемые в работе

№	Образец
1	Стержень легированный $d = 10\text{мм}$, $L = 60.5\text{мм}$
2	Стержень легированный $d = 10\text{мм}$, $L = 60.3\text{мм}$
3	SBN $15 \times 15\text{мм}$, $w = 2.9\text{мм}$
4	SBN $15 \times 15\text{мм}$, $w = 2.9\text{мм}$
5	Эталонное стекло ПМ-15
6	Кварцевая пластина $20 \times 20\text{мм}$, $w = 4\text{мм}$
7	Легированное стекло со свилями
8	Стекло $w = 4\text{мм}$

4 Анализ результатов

Оптические элементы были исследованы на наличие фазовых дефектов теньвым и интерференционным методами. Изображения, полученные на экране установки, приведены на рис. 2 – рис. 17.

4.1 Образец 1 (легированный стержень)



Рис. 2: Образец 1: исследование интерференционным методом



Рис. 3: Образец 1: исследование теньвым методом

Наблюдается много дефектов, в том числе порядка длины волны, практически во всём образце. Образец непригоден для использования в оптических установках.

4.2 Образец 2 (легированный стержень)



Рис. 4: Образец 2: исследование интерференционным методом

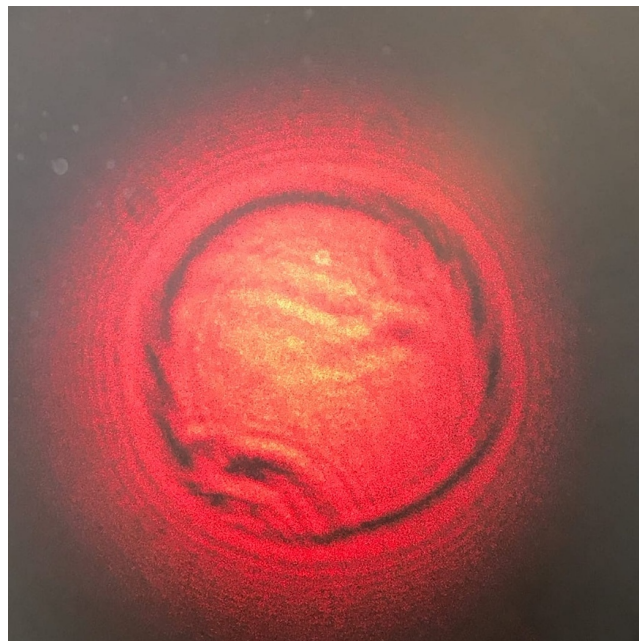


Рис. 5: Образец 2: исследование теньвым методом

Наблюдаются дефекты по краям образца. Центральная область образца может быть использована в оптических схемах, но вся площадь образца не может быть задействована.

4.3 Образец 3 (SBN)



Рис. 6: Образец 3: исследование интерференционным методом



Рис. 7: Образец 3: исследование тeneвым методом

Наблюдаются дефекты по краям кристалла. Центральная часть может быть использована в оптических установках.

4.4 Образец 4 (SBN)



Рис. 8: Образец 4: исследование интерференционным методом

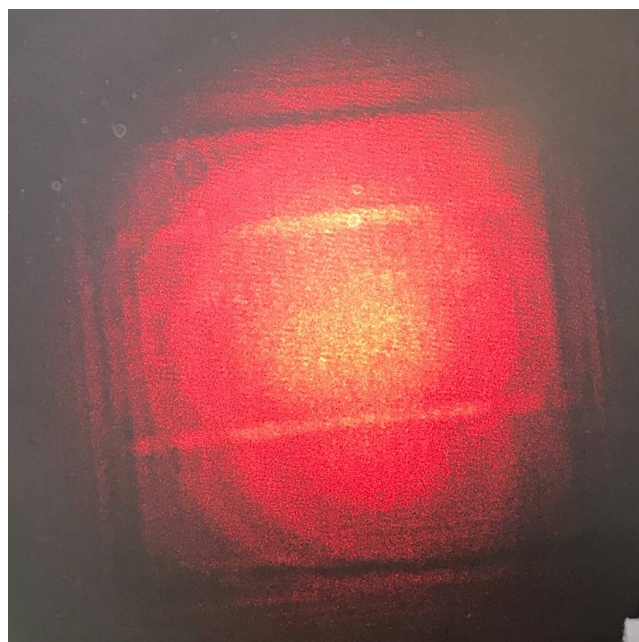


Рис. 9: Образец 4: исследование тeneвым методом

Дефекты присутствуют во всём объёме данного кристалла (искривление интерференционных полос порядка половины длины волны, что больше критерия применимости $\lambda/4$). Данный образец не может быть использован в оптических установках.

4.5 Образец 5 (эталонное стекло ПМ-15)

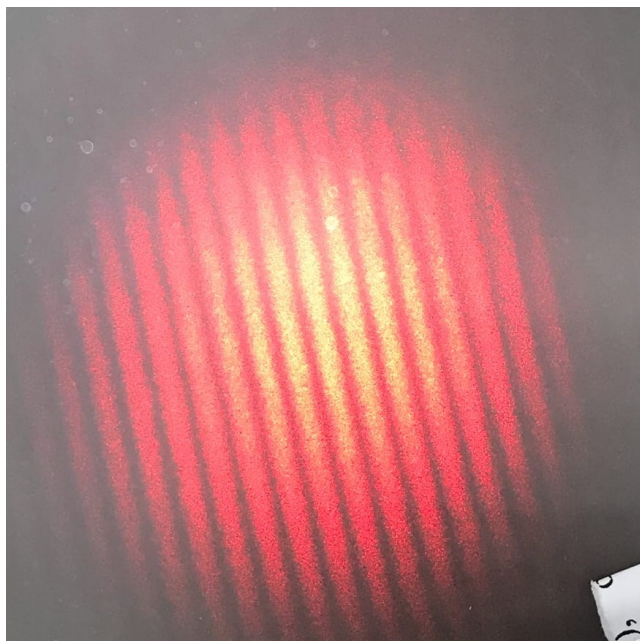


Рис. 10: Образец 5: исследование интерференционным методом

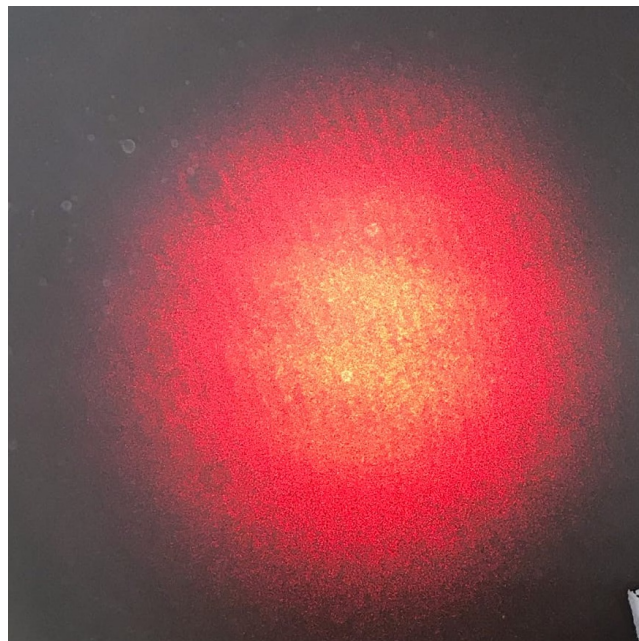


Рис. 11: Образец 5: исследование теньвым методом

Данный образец соответствует названию «эталонный», дефектов в нём не наблюдается, и он может быть в полной мере использован в оптических установках.

4.6 Образец 6 (кварцевая пластина)

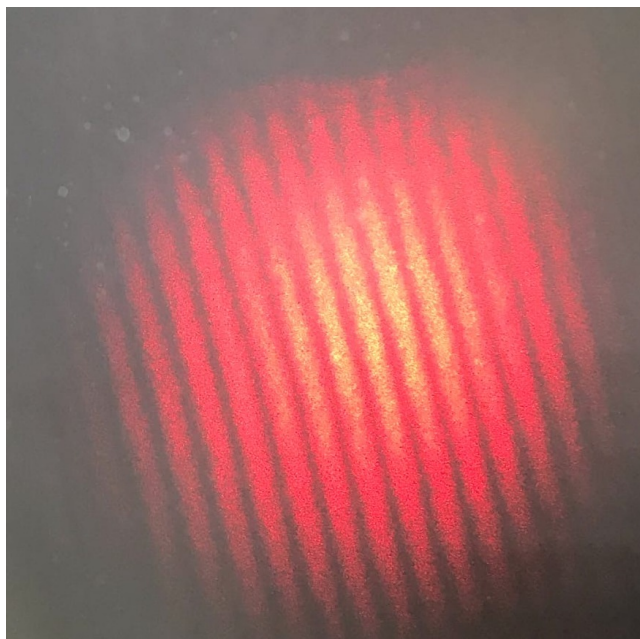


Рис. 12: Образец 6: исследование интерференционным методом



Рис. 13: Образец 6: исследование теньвым методом

В данном образце можно увидеть незначительные фазовые дефекты, но сдвиг полос на интерференционной картине меньше четверти длины волны, значит, образец можно использовать в оптических установках.

4.7 Образец 7 (легированное стекло)



Рис. 14: Образец 7: исследование интерференционным методом



Рис. 15: Образец 7: исследование теньвым методом

В данном оптическом образце и на интерференционной, и на теневой картинах наблюдается множество дефектов (свилей), поэтому образец не рекомендуется использовать в оптических установках.

4.8 Образец 8 (стекло)

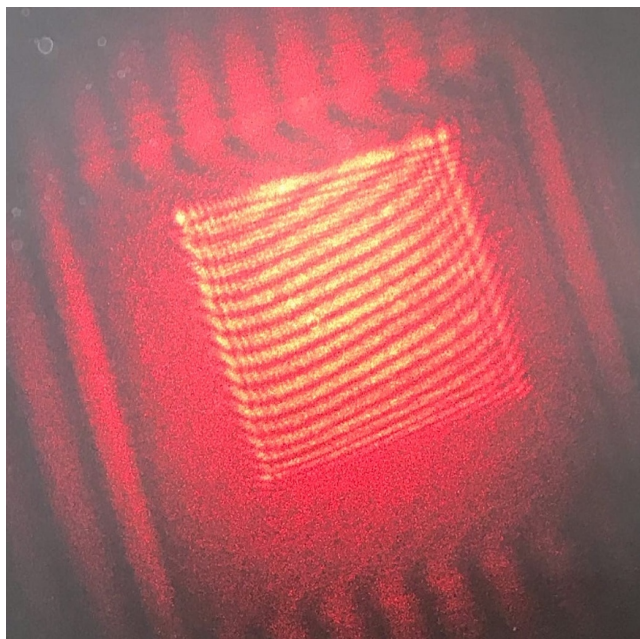


Рис. 16: Образец 8: исследование интерференционным методом

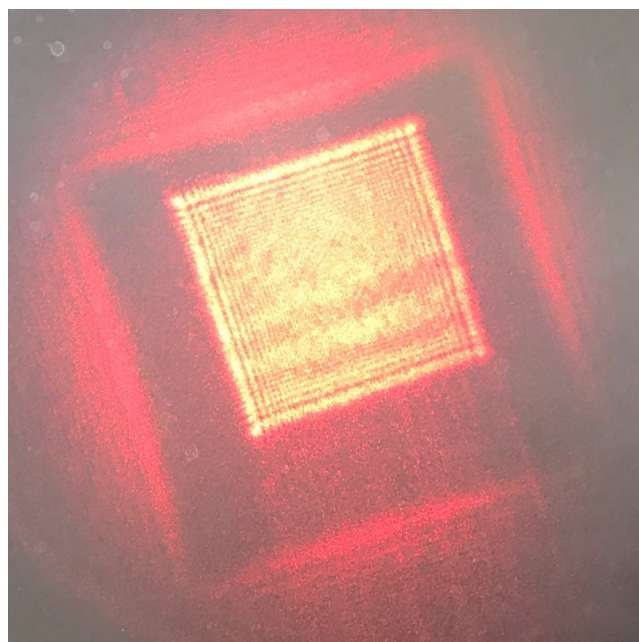


Рис. 17: Образец 8: исследование теньвым методом

В данном стекле на интерференционной картине наблюдаются фазовые дефекты, особенно на краях. Центральную часть этого образца, в принципе, можно использовать в оптических установках.