

АНАЛИЗ ПОЛЯРИЗОВАННОГО СВЕТА В ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: В.В. Дундуков, В.В. Чиверь

Рук.: доц. Е.Т. Лемешевская, доц. В.В. Пилипенко

В настоящее время чрезвычайно расширилось применение поляризованного света в оптических измерительных системах (ОИС). Поляризационно-оптические методы позволяют решать такие задачи, которые вообще неразрешимы другими методами и отличаются очень большой чувствительностью. Это достоинство поляризационных ОИС предъявляет высокие требования к тщательности эксперимента и глубине анализа результатов, поскольку ОИС содержат большое количество оптических элементов, которые могут изменить состояние поляризации света.

Устройства, с помощью которых преобразуют естественный свет в поляризованный, называются поляризаторами. Поляризаторы, применяемые для анализа поляризованного света, называют анализаторами. В отсутствие поглощения после прохождения поляризатора интенсивность поляризованного света уменьшается вдвое: $I_p = 0,5I_s$, где I_s – интенсивность естественного света. Интенсивность света I_a , пропущенная анализатором, определяется законом Малюса:

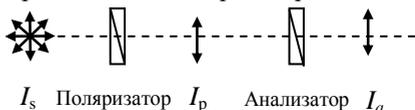


Рис. 1

$$I_a = I_p \cos^2 \varphi, \quad (1)$$

где φ – угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора.

В ОИС используются как поляризационные призмы так и дихроичные пленочные поляризаторы. Принцип действия призматических поляризаторов основан на двойном лучепреломлении в кристаллах. Для получения поляризованного света применяют не отдельные кристаллы, а их различные комбинации – поляризационные призмы, изготовленные из двух трехгранных призм, склеенных прозрачным веществом. Первая поляризационная призма изобретена в 1828 году шотландским физиком Николем. Её сокращенно называют николем.

Широко используются пленочные дихроичные поляризаторы, называемые поляроидами или поляризационными светофильтрами. Существует несколько видов поляроидов, отличающихся материалом или способом изготовления. Поляроид представляет собой пленку полимера или другого прозрачного материала, в которую вкраплены определенным образом ориентированные микроскопические кристаллики сильно дихроичного вещества, например, герпатита. Преимуществом поляроидов перед призменными поляризаторами является их компактность, экономичность, технологичность, удобство использования. Недостатки поляроидов связаны со спектральной селективностью поглощения: их степень поляризации зависит от длины волны падающего излучения [1]. В спектральном интервале 550 - 700 нм степень поляризации поляроидов близка к единице, тогда как фиолетовая часть спектра оказывается поляризованной лишь частично. Это необходимо учитывать при использовании поляроида.

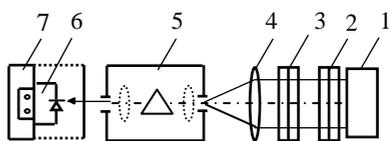


Рис.2

В данной работе проверяется закон Малюса для случаев, когда поляризованное излучения гелий-неонового лазера с длиной волны 633 нм проходит через один или два поляроида. На рис. 1 изображена схема установки, которая используется в работе. Параллельный пучок света от лазера 1 падает на поляроиды 2 и 3, которые находятся в обойме и могут поворачиваться вокруг горизонтальной оси. Конденсором 4 свет направляется на щель монохроматора 5, после выхода из которого попадает на фотоприемник 6 – фотодиод, подключенный к регистрирующему устройству – цифровому вольтметру 7.

В работе проверяется закон Малюса для трех случаев. Во всех случаях снимается зависимость показаний вольтметра от угла поворота ϕ поляроида 2 с шагом $\Delta\phi = 15^\circ$.

1) Поляризованное излучение гелий-неонового лазера проходит через один поляроид 2 (рис.2), поляроид 3 из схемы удаляется.

2) Поляризованное излучение гелий-неонового лазера проходит через два поляроида 2 и 3, при этом поляроид 3 установлен на максимум пропускания лазерного поляризованного излучения, а поляроид 2 поворачивается.

3) Поляризованное излучение гелий-неонового лазера проходит через два поляроида 2 и 3, при этом поляроид 3 установлен на минимум пропускания лазерного поляризованного излучения, а поляроид 2 по-

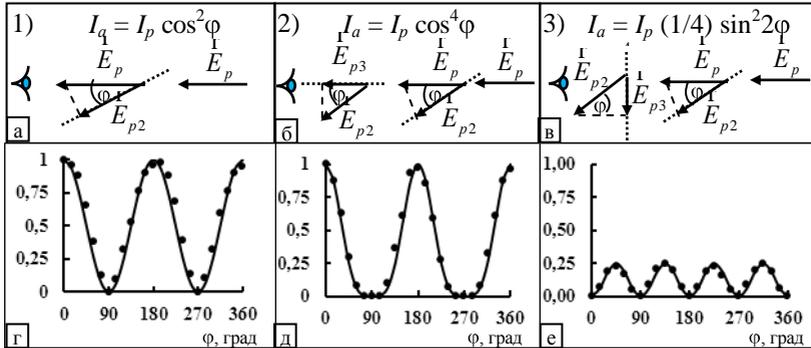


Рис.3

ворачивается.

Направления колебаний вектора \vec{E} в лазере и поляроидах 2 и 3 показаны на рисунках 3а, 3б и 3в для трех случаев. Проекции плоскостей пропускания поляроидов 2 и 3 показаны точечными линиями.

В первом случае (рис.3а) $E_{p2} = E \cos \varphi$. Поскольку интенсивность $I \sim E^2$, мы наблюдаем обычный закон Малюса: $I_a = I_p \cos^2 \varphi$.

Во втором случае (рис.3б) $E_{p2} = E \cos \varphi$, $E_{p3} = E_{p2} \cos \varphi = E \cos^2 \varphi$, получаем закон $I_a = I_p \cos^4 \varphi$.

В третьем случае (рис.3в) $E_{p3} = E_{p2} \sin \varphi = E \cos \varphi \sin \varphi = (1/2) \sin 2\varphi$, получаем закон $I_a = I_p (1/4) \sin^2 2\varphi$.

Экспериментальные результаты после соответствующей обработки приведены на рисунках 3г, 3д и 3е в виде экспериментальных точек. Сплошные кривые соответствуют теоретическому закону пропускания светового потока для каждого случая.

Все теоретические кривые хорошо совпадают с экспериментальными данными (рис. 3г, 3д, 3е).

Таким образом, в работе показано, что вид закона Малюса зависит от количества поляризующих элементов, которые проходит световой поток. Методика используется в лабораторном практикуме по спецкурсу «Оптический контроль».

Литература:

1.Воронин Д., Лемешевская Е.Т., Пилипенко В.В. Исследование дихроичных поляризаторов. Тези доповідей XI регіональної наукової

студ. конф. «Актуальні проблеми фізики та їх інформаційне забезпечення», Харків, 2011, С.32.