

УДК 535.31 + 621.658.011

К ВОПРОСУ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗНОСТИ ФАЗ В АНИЗОТРОПНЫХ МАТЕРИАЛАХ

А. Г. СТАРОВОЙТОВ, И. А. ЧЕРКАСОВА

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Присутствие натяжений в анизотропных материалах (химических волокнах, пленках, стекле и т. д.) в процессе их производства легче всего обнаруживается при помощи исследования их в поляризованном свете, т. к. натяжения делают их двоякопреломляющими [1, 2]. Двойное лучепреломление обусловлено зависимостью показателя преломления от направления электрического вектора.

Измерение двулучепреломления обычно используется для наблюдения за вытяжкой волокон и пленок, и его величина определяет меру ориентационного упорядочения аморфных и кристаллических макромолекул. Когда подающий поляризованный свет проводят через полимерный материал, возникающие оптические волны обыкновенные и необыкновенные [3] запаздывают в двух взаимноортогональных направлениях в ориентированном образце толщиной d .

$$\delta = \frac{2\pi d}{\lambda} \cdot (n_o - n_e), \quad (1)$$

где n_o , n_e – показатели преломления обыкновенных и необыкновенных лучей, распространяющихся перпендикулярно главным направлениям деформации образца; λ – длина волны.

При применении поляриметра с компенсатором Сенармона [4] разность фаз, введенная измеряемым образцом, равна удвоенному углу 2Θ поворота анализатора угла гашения света.

При прохождении наклонных лучей через двоякопреломляющий образец (стекло, химические волокна, пленка и т. д.) [5] при расчете разности фаз необходимо учитывать увеличение толщины и изменение показателя преломления необыкновенного луча, составляющий угол φ с главным направлением образца [5]:

$$n'_e = \sqrt{n_o^2 \cos^2 \varphi + n_e^2 \sin^2 \varphi}, \quad (2)$$

после преобразований приближенно

$$n'_e - n_o = (n_o - n_e) \cdot \sin^2 \varphi. \quad (3)$$

Абсолютная погрешность измерения текущего значения разности фаз δ с использованием компенсатора Сенармона составит $\tau = \delta - 2\theta$, следовательно,

$$\operatorname{tg}\tau = \frac{\operatorname{tg}(\delta \cdot \sin \varphi) - \operatorname{tg}\delta}{1 + \operatorname{tg}(\delta \cdot \sin \varphi) \cdot \operatorname{tg}\delta}. \quad (4)$$

Анализ уравнения (4) и исследование наклонных лучей, проходящих через двоякопреломляющий образец, приводит к уменьшению угла гашения анализатором наклонных лучей (рис. 1).

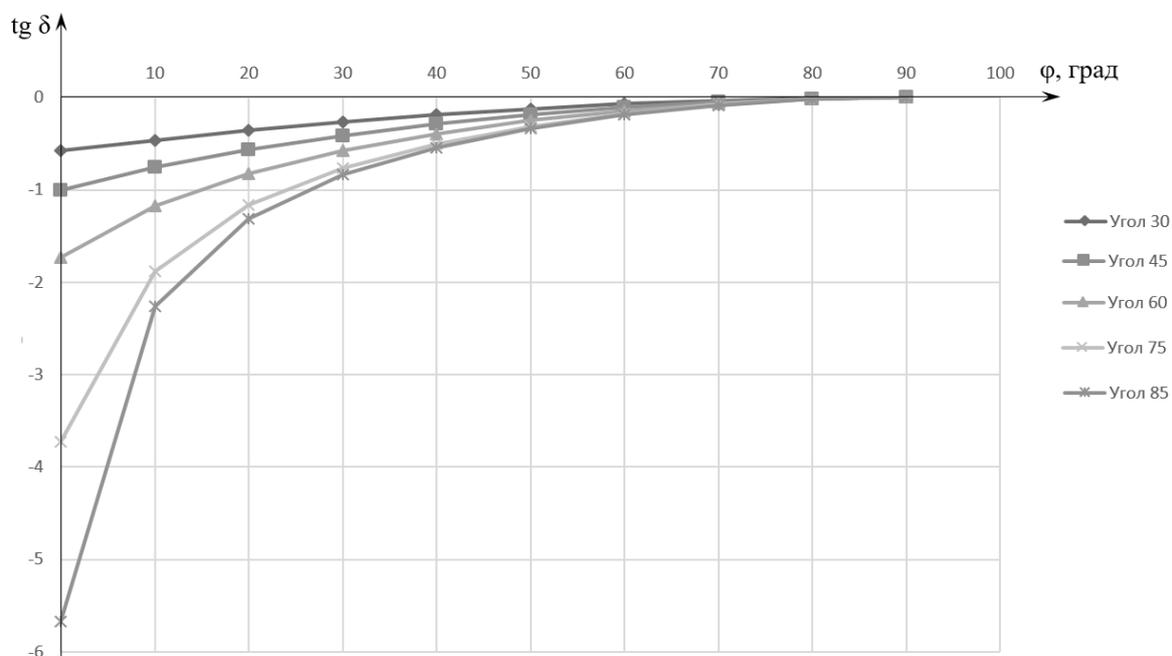


Рис. 1. Зависимость абсолютной погрешности от угла наклона лучей при различных значениях δ

Для уменьшения этой погрешности следует применять образцы малой толщины (несколько микрон) при угле наклона не более 70° , что очень важно при проектировании измерителей двулучепреломления в анизотропных материалах малой толщины (химические волокна, пленки, стекло и т. д.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Василенко, А. Н.** Измерение двулучепреломления в анизотропных материалах малой толщины / А. Н. Василенко, А. Г. Старовойтов, А. В. Хомченко // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2017. – № 4. – С. 137–142.
2. **Хомченко, А. В.** Измерение распределения разности фаз при линейном двулучепреломлении в твердых телах с внутренними напряжениями / А. В. Хомченко, И. У. Примак, А. Н. Василенко // Изв. ГГУ им. Ф. Скорины. – 2016. – № 3 (96). – С. 124–131.
3. Оценка погрешности измерения двулучепреломления методом оптической поляриметрии / А. Г. Старовойтов [и др.] // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2016. – № 3. – С. 146–151.
4. **ГОСТ 3519–91.** Материалы оптические. Методы определения двулучепреломления. – Москва: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 17 с.
5. **Джеррард, А.** Введение в матричную оптику / А. Джеррард, Дж. М. Бёрч. – Москва: Мир, 1978. – 336 с.