

ИЗМЕРЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЯ В ПЛОСКОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЗАКАЛЕННЫХ СТЕКОЛ

В. М. КУЛЬБЕНКОВ, *А. В. ХОМЧЕНКО, А. И. ВОЙТЕНКОВ,
*О. Е. КОВАЛЕНКО, *В. Г. ГУЗОВСКИЙ, *А. В. ШУЛЬГА, *А. В. ЗАЙЦЕВ
УЧПП «КУВО»
*ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Остаточные напряжения обуславливают механическую прочность закаленного стекла и обеспечивают его безопасную эксплуатацию в автомобиле. Для их контроля традиционно применяются поляризационно-оптические методы исследования возникающего двулучепреломления. Однако применение такого подхода для количественной оценки напряжений ограничивается тем, что наблюдаемые распределения интенсивности включает в себя систему темных линий, так называемых изоклин:

$$I_1(x, y) = I_p T \sin^2[2\alpha(x, y)] \sin^2 \frac{\delta(x, y)}{2},$$

где I_p – интенсивность света на выходе из поляризатора; T – коэффициент; учитывающий отражение света от поверхностей стекла; α – угол между оптической осью и углом поляризатора; δ – разность фаз между обыкновенной и необыкновенной волнами.

Положение изоклин определяется распределением $\alpha = \alpha(x, y)$ в стекле (при $\alpha = 0$ или $\alpha = \pi/2$ величина $I = 0$, даже если напряжения отличны от нуля) и искажают восстанавливаемую картину напряжений. Известные способы позволяют избавиться от изоклин только в отдельных точках, либо небольших областях восстанавливаемой картины [1] и требуют использования специальных компенсаторов, что существенно усложняет контроль напряжений в широкоформатных стеклах [2].

Авторами предложена процедура фильтрации изоклин, которая проста в реализации и может быть применена для стекол различного размера. Исследуемое распределение интенсивности прошедшего света I_1 и I_2 измеряют для двух ориентаций системы «поляризатор – анализатор» относительно образца (рис. 1): для произвольной ориентации I_1 и после поворота на угол 45° (рис. 2)

$$I_2(x, y) = I_p T \cos^2[2\alpha(x, y)] \sin^2 \frac{\delta(x, y)}{2}.$$

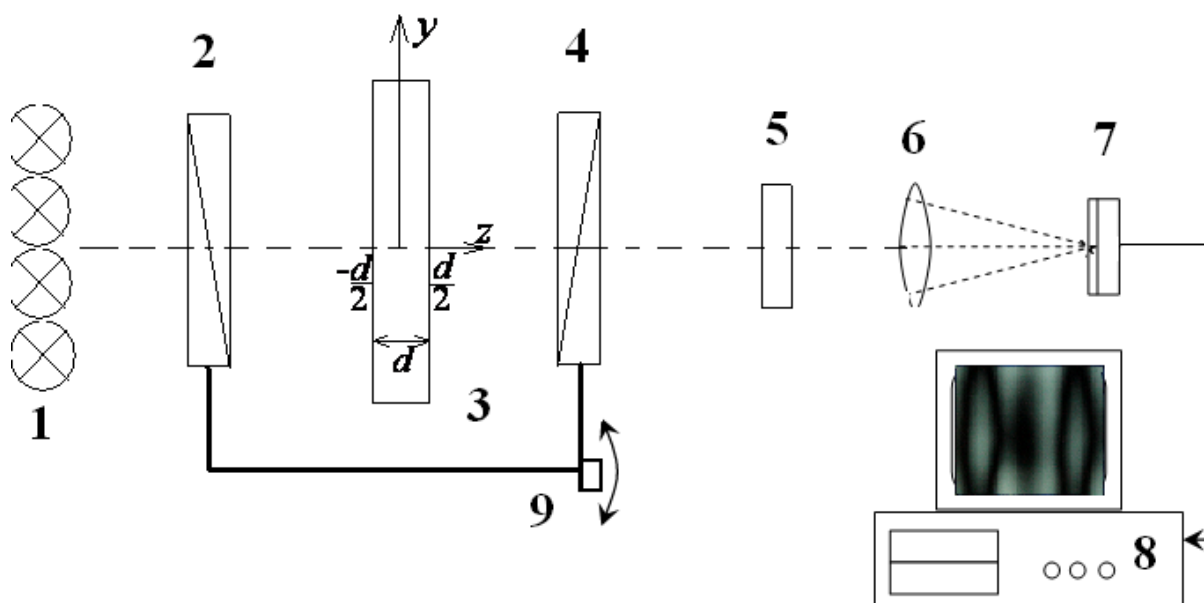


Рис. 1. Схема измерительной установки

При этом переход из начального положения, которое выбирают произвольно, во второе осуществляют путем синхронного поворота системы «поляризатор–анализатор» (2 и 4) на угол равный 45° , а поляризатор и анализатор в обоих положениях остаются ориентированными под углом 90° относительно друг друга. Затем в каждой точке образца вычисляют суммарную интенсивность

$$I(x, y) = I_1 + I_2 = I_p T \sin^2 \frac{\delta(x, y)}{2}.$$

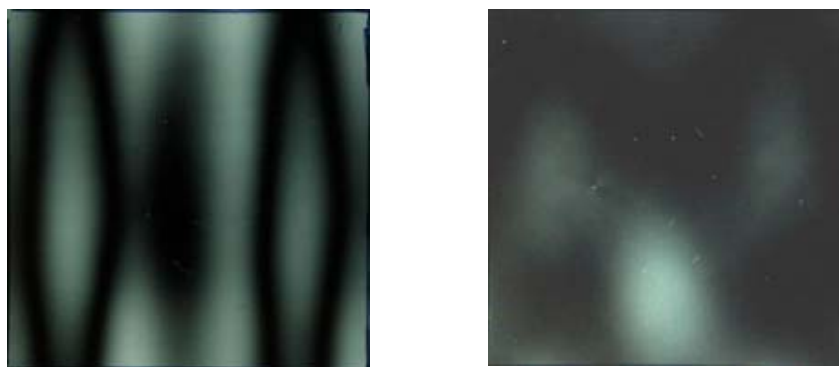


Рис. 2. Распределение интенсивности прошедшего света I_1 и I_2 для двух ориентаций системы «поляризатор–анализатор» относительно образца

Полученная функция $I(x, y) = I_1 + I_2$ не зависит от распределения $\alpha(x, y)$ и величину двулучепреломления $\Delta(x, y)$ в каждой точке образца определяют из выражения:

$$\Delta(x, y) = \frac{\arcsin[(I/I_p T)^{1/2}]}{\pi d} \lambda,$$

где λ – длина волны излучения, d – толщина исследуемого образца.

Учитывая взаимосвязь фазы волны с напряжениями можно воспроизвести поле механических напряжений [2].

На рис. 3 приведено распределение интенсивности $I(x, y)$ света, полученное наложением распределений $I_1(x, y)$ и $I_2(x, y)$, и наложенная на него картина разбитого исследуемого стекла.

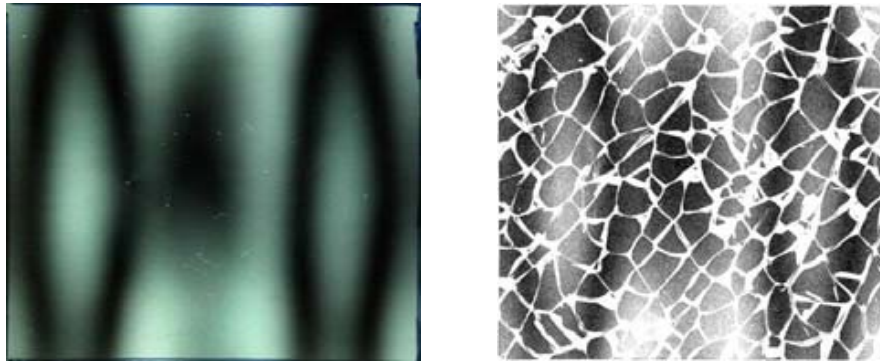


Рис. 3. Распределение интенсивности $I(x, y)$ света и наложенная на него картина разбитого исследуемого стекла

В стандартной схеме оценки величины механических напряжений используется именно картина разбиения стекла. При этом в области больших значений напряжений (а, следовательно, и величины $\Delta(x, y)$) регистрируются более мелкие куски разбитого стекла.

Таким образом, измеряя распределение интенсивности света можно анализировать и оценивать величину механических напряжений, возникающих в отдельных точках стекла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Константинова, А. Ф.** Оптические свойства кристаллов / А. Ф. Константинова [и др.]. – Минск : Наука и техника. – 1995. – С. 88–94.
2. **Миндлин, Р.** Изучение напряжений методом фотоупругости / Р. Миндлин. – УФН. – 1940. – Т. 23 – № 1. – С. 16–66.

E-mail: avkh@mogilev.by