

УДК 621.658.011

АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В АВТОМОБИЛЬНЫХ ЗАКАЛЕННЫХ СТЕКЛАХ

А. В. ХОМЧЕНКО, И. У. ПРИМАК, А. Г. СТАРОВОЙТОВ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Измерение величины двулучепреломления представляет определенный в случае использования неоднородной анизотропной среды, примером которой могут служить градиентно-легированные лазерные материалы или закаленное стекло. На основе анализа рассеяния света на неоднородностях распределения показателя преломления исследовано закаленное стекло, имеющее неоднородное по толщине распределение двулучепреломления. Схема измерений приведена на рис. 1. Линейно поляризованный пучок лазерного излучения с длиной волны 0,533 или 0,633 мкм, имеющий диаметр 180 мкм, от лазера 1, пройдя поляризатор 2 и фокусирующую линзу 3, нормально падает на боковую поверхность стекла 6 и распространяется в нем. Рассеянный свет регистрируется в плоскости, перпендикулярной направлению его распространения матрицей фотоприемников 5, направление наблюдения рассеянного света 4 перпендикулярно направлению поляризации δ падающего света.

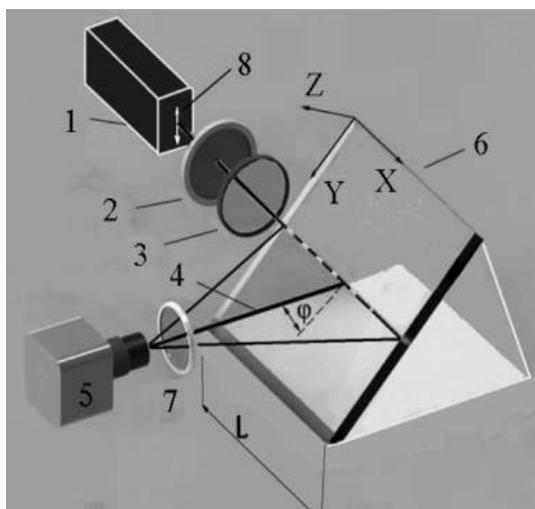


Рис. 1. Схема установки и изменение распределения интенсивности рассеянного света при сканировании образца в направлении оси OZ

При распространении света в анизотропной среде обыкновенная и необыкновенная волны имеют различные фазовые скорости, а их интерференция изменяет состояние поляризации светового пучка при его распространении вдоль образца. Это обуславливает пространственную модуляцию интенсивности зондирующего излучения вдоль оси OX и, соответственно, модуляцию рассеянного света, которую можно зарегистрировать (рис. 2) при выбранных определенным образом условиях эксперимента. При этом регистрируемые зависимости устойчивы к шумам измерений.

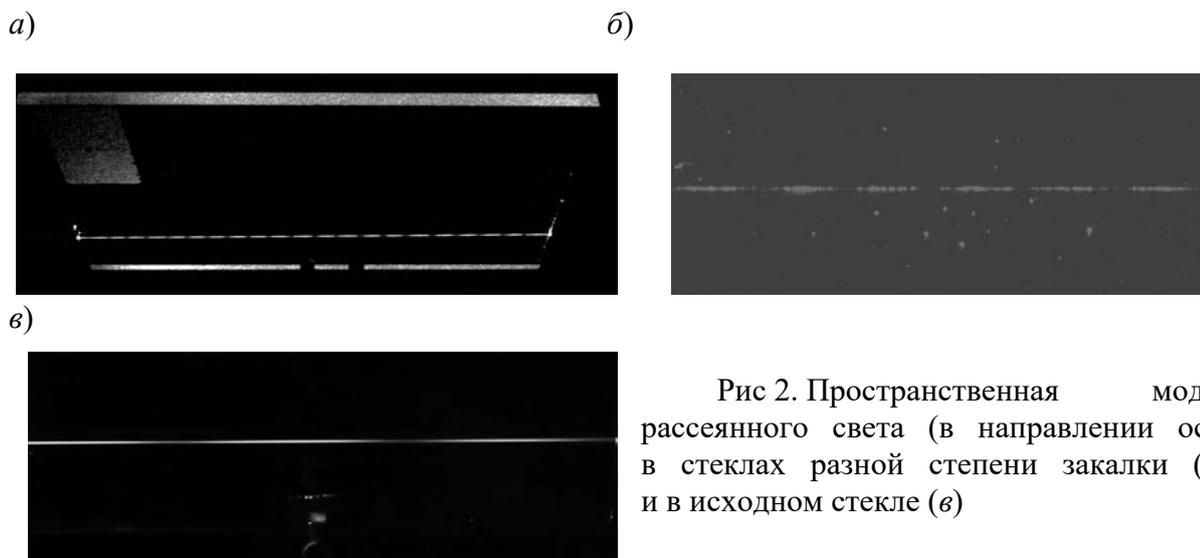


Рис 2. Пространственная модуляция рассеянного света (в направлении оси OZ) в стеклах разной степени закалки (а), (б) и в исходном стекле (в)

Установлено, что фазовая задержка $\delta = \pi$ для таких волн возникает на длине x , равной периоду регулярного распределения интенсивности рассеянного света. Используя известную модель рассеяния света в неоднородной среде [1], интенсивность рассеянного света можно описать как

$$I(z, x) = I_0 \cos^2(0,5k_0 C \sigma(z)x),$$

где I_0 – некоторая постоянная; k_0 – волновое число вакуума; C – константа фотоупругая постоянная; $\sigma(z)$ – функция, описывающая распределение напряжений в поперечном сечении стекла.

Тогда анализ регистрируемых зависимостей $I(z, x)$ позволяет определить механические напряжения $\sigma(z)$. Используя такой подход и анализируя рассеяние света с длиной волны 0,533 мкм при его распространении вдоль оси образца (при $z = 0$) для стекла толщиной 6 мм, ширина и длина которого равны 100 и 140 мм соответственно (см. рис. 2, а), получено значение периода регулярного распределения интенсивности рассеянного света T и вычислено максимальное напряжение растяжения с использованием выражения $\sigma_u = 2\pi/(k_0 C T)$, которое составило 40,2 МПа.

Таким образом, анализируя характер модуляции интенсивности рассеянного света, можно определить пространственное распределение механических напряжений в поперечном сечении образца, при этом разброс значений механических напряжений вдоль траектории распространения зондирующего излучения не превышал 10 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gradient scattered light method for non-destructive stress profile determination in chemically strengthened glass / S. Hödemann [et al.] // Journal Mater Scientific. – 2016. – Vol. 51. – P. 5962–5978.