

УДК 621.658.011  
КОНТРОЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ЗАКАЛЕННЫХ СТЕКЛАХ

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

Остаточные напряжения обеспечивают термическую и механическую прочность закаленного стекла и обуславливают безопасную эксплуатацию закаленного стекла в автомобильной промышленности. Контроль качества автомобильных закаленных стекол, согласно ГОСТ 5727, осуществляется путем разрушения стекла и анализа размера и веса полученных осколков. Такой метод не позволяет контролировать всю выпускаемую продукцию, что приводит нередко к снижению качества продукции. Неавтоматизированный, визуальный контроль, который до сих пор используется на многих предприятиях, обладает рядом недостатков, препятствующих его применению в современных условиях. Прежде всего, вследствие влияния человеческого фактора, при таком контроле присутствует субъективность и низкая достоверность, а также к существенным недостаткам можно отнести малую производительность. Проблема автоматизации контроля традиционно решается применением сложных программно-аппаратных комплексов, относящихся к классу систем технического зрения, разработка которых ведется в ряде стран мира. На сегодняшний день промышленно выпускаемых отечественных установок контроля нет.

В то же время стекло при наличии в нем механических напряжений становится анизотропным, и поляризационно-оптические методы исследования возникающего двулучепреломления позволяют оценить величину и распределение этих напряжений.

На рис. 1 показана схема установки для анализа механических напряжений в стекле.

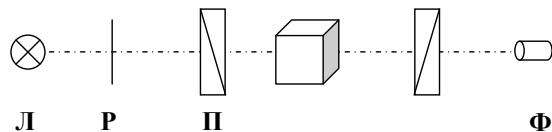


Рис. 1. Схема установки

В установке применяется источник дневного света, состоящий из нескольких люминесцентных ламп Л, свет от которого пропускается через

рассеиватель Р и поляризатор П. Линейно-поляризованный свет проходя через исследуемый образец ИО, изменяет состояние поляризации света. После этого излучение, проходя через анализатор А, скрещенный с поляризатором П, попадает в фоторегистрирующее устройство Ф.

При создании модели процесса контроля, включающего в себя процесс сканирования, распознавания, оцифровки и сравнения результатов измерения, была учтена необходимость быстрой обработки информации с кадра изображения, которая переносится в ЭВМ. Эта задача решена путем использования цифровой камеры, которая преобразует оптическую и графическую информацию в цифровую и с помощью интерфейсного устройства передает ее на ЭВМ. Использование современной цифровой техники в качестве фоторегистрирующего устройства позволяет получать картину, иллюстрирующую распределение напряжений по поверхности стекла (рис. 2).

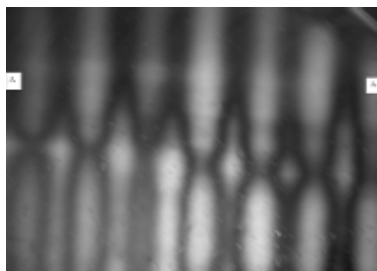


Рис. 2. Иллюстрация распределения напряжений в плоскости стекла

Если параметры системы и процесса контроля связаны известными законами, то появляется возможность анализировать тестируемый объект. В состоянии, свободном от напряжений, поле зрения остается темным. При наличии напряжений в плоскости стекла наблюдают области различной освещенности. Автоматические устройства для получения, наблюдения и автоматической регистрации оптической и графической информации или фотоизображений позволяет также осуществить дискретное сканирование картины изменения параметров объекта. В результате сканирования получается трехмерная матрица дискретных значений интенсивностей пространственно-частотного рельефа. Алгоритм вычисления этой матрицы основан на решении систем интегральных и дифференциальных уравнений, определяющих зависимость интенсивности света, амплитуды и направления сканирования. Сканирование изображения дает распределение коэффициента пропускания установки в плоскости стекла вдоль выбранного направления (рис. 3).

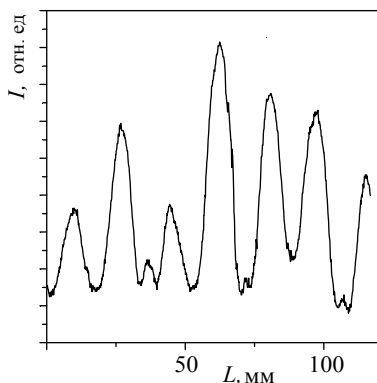


Рис. 3. Распределение коэффициента пропускания установки в плоскости стекла вдоль направления А-А

Коэффициент пропускания установки в отдельной точке стекла связан с главными напряжениями [1]:

$$\tau = \tau_{\max} \sin^2 2\vartheta \sin^2 \frac{C(\sigma_2 - \sigma_1)d\pi}{\lambda},$$

где  $\vartheta$  – угол между направлением плоскости колебания выходящего из поляризатора линейно поляризованного излучения и направлением одного из главных напряжений;  $C$  – зависимый от материала относительный оптический коэффициент напряжения;  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  – главные напряжения;  $d$  – толщина стекла.

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

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шрёдер, Г. Техническая оптика / Г. Шрёдер, Х. Трайбер. – М. : Техно-сфера, 2006. – 424 с.

E-mail: kovalenko@rambler.ru  
avkh@mogilev.by