

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 535.42

МЕТОД СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ СПЕКЛОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДИФРАКЦИОННЫХ КАРТИН ОТ ДВИЖУЩИХСЯ ТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

© 2012 г. П. Г. Шляхтенко*, канд. физ.-мат. наук, доктор техн. наук;
А. Е. Рудин*, доктор техн. наук; В. П. Нефедов**, канд. техн. наук; М. М. Минникаев*

* Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, Санкт-Петербург

** Военно-морская академия им. Н.Г. Кузнецова, Санкт-Петербург

E-mail: pavelshl@sutd.ru

Разработана программа, позволяющая снижать уровень шума, определяемого присутствием спеклов, при дифракционном лазерном контроле тканых материалов. Показано, что при исследовании дифракционных картин, полученных от металлических, синтетических и углеродных тканых полотен, наблюдается пропорциональный числу сложенных рост отношения интенсивности основных интерференционных максимумов в суммарной дифракционной картине к интенсивности наблюдающихся в них спеклов. Полученные результаты объясняются в предположении, что появление спеклов в дифракционной картине обусловлено дифракцией от случайно расположенных неоднородностей в структуре ткани, всегда присутствующих внутри рапортов переплетения в освещаемом участке ткани.

Ключевые слова: дифракция света, спеклы, контроль геометрических параметров, тканые материалы.

Коды OCIS: 050.1940, 120.4290

Поступила в редакцию 04.04.2011

Дифракционный метод является неразрушающим и наиболее перспективным способом контроля значений периодических параметров структуры тканого светопропускающего материала в ходе его производства. При движении материала относительно лазерного светового пятна дифракционная картина остается неподвижной и расстояния между основными дифракционными максимумами существенно не изменяются, если остаются постоянными связанные с ними значения периодов рапорта переплетения по утку и основе. Кроме этого, дифракционный метод не зависит от цвета и природы исследуемого материала.

К сожалению, в относительно простой системе основных максимумов, связанных с контролируемыми значениями параметров структуры ткани, в дифракционной картине всегда присутствуют хаотически расположенные максимумы, с ними непосредственно не связан-

ные, так называемые “спеклы”. Присутствие спеклов в дифракционной картине затрудняет использование алгоритмов автоматического анализа дифракционной картины с выходом на значения контролируемых параметров геометрической структуры ткани.

Авторы работы предположили, что эти спеклы связаны с интерференцией монохроматического света на случайных неоднородностях, всегда присутствующих внутри рапортов переплетения на освещаемом участке ткани. Тогда при движении однородной ткани основные информативные дифракционные максимумы, связанные с периодичностью повторения рапорта переплетения ткани, будут находиться на своих постоянных местах, а спеклы блуждать по дифракционной картине случайным образом, что можно использовать для увеличения соотношения сигнал/шум при дифракционном анализе.

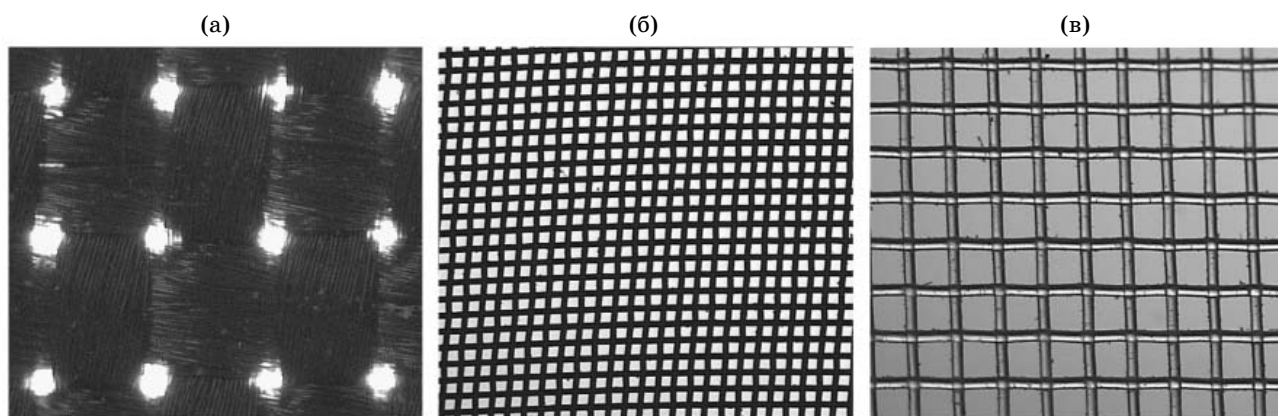


Рис. 1. Изображения исследуемых тканей. а – из углеродных нитей, б – металлическая тканая сетка, в – ткань из капроновых моноволокон.

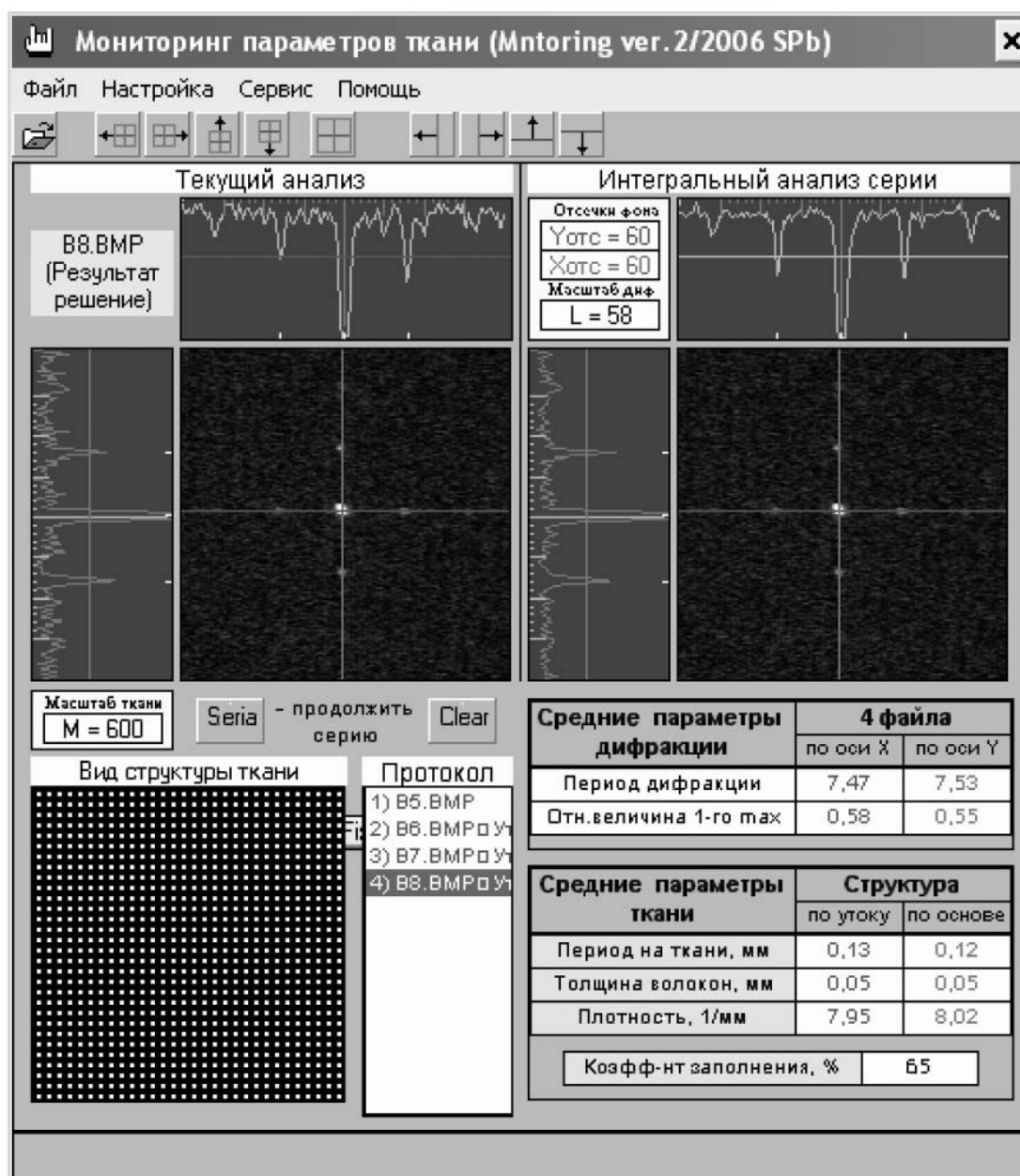


Рис. 2. Результаты дифракционного компьютерного анализа металлической тканой сетки.

Для проверки этих предположений в установке, использующей He-Ne лазер, исследуемый образец ткани помещался в специальный держатель, который мог перемещаться с помощью микрометрического винта вдоль оси, лежащей в плоскости ткани, перпендикулярно оптической оси [1].

Для обработки результатов измерений создана компьютерная программа [2], позволяющая в случайные моменты времени последовательно вводить в память компьютера изображения дифракционных картин, наблюдаемых при различных положениях этого винта. Согласно программе эти картины последовательно складывались наложением друг на друга при нормировке интенсивности света во всех точках дифракционной картины на интенсивность центрального максимума, принимаемого за единицу.

На рис. 1 приведены микроизображения исследованных тканей. Из рисунка видно, что в периодической структуре ячеек имеются неоднородности в геометрии отдельных ячеек, связанные со случайными отклонениями в геометрии нитей и посторонними случайными включениями.

На рис. 2 как пример работы программы представлены результаты компьютерного анализа дифракционных картин, полученных на тканой металлической сетке. В верхнем ряду каждого из этих рисунков слева находится

изображение последней из дифракционных картин, введенных в программу, с горизонтальным и вертикальным распределениями интенсивности в сечениях, проходящих через центральный максимум, справа – аналогично обработанная суммарная картина, полученная последовательным наложением вводимых картин, нормированных по интенсивности центрального максимума. В нижнем ряду справа находится таблица с рассчитанными по данным дифракционной картины значениями геометрических параметров исследуемой ткани. Слева – построенная по рассчитанным параметрам модель геометрической структуры исследуемой ткани и протокол введенных изображений.

Из сравнения хода кривых интенсивности света в горизонтальных и вертикальных сечениях в верхних рядах рисунка видно, что в суммарных компьютерных дифракционных картинах (расположенных справа) разброс в интенсивностях спеклов, находящихся между основными дифракционными максимумами, меньше, чем в каждой из наблюдаемых картин (слева).

Такой результат подтверждает правильность предположений о природе наблюдаемых спеклов и открывает пути снижения их влияния при разработке дифракционных датчиков автоматического контроля геометрических параметров ткани.

* * * * *

ЛИТЕРАТУРА

1. Шляхтенко П.Г. Неразрушающие методы оптического контроля структурных параметров волоконсодержащих материалов. СПб.: СПГУТД, 2010. 258 с.
2. Шляхтенко П.Г., Нефедов В.П. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007610483 “Программа построения и анализа дифракционной картины от движущегося текстильного материала” // Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 17.02.2011. Оpubл. Программы для ЭВМ. Бюл. № 1. 2011.