

рактических рабочей пластины выполнено в реальных условиях неравномерности упругого прижатия пластины к седлу клапана и наличия зазоров.

Впервые разработана методика применения ЦСИ для выявления неполноты прилегания рабочих кромок заслонки и седла клапана.

#### **Библиографический список**

1. Журавлев, О.А. Разработка автоматизированного метода исследования вибрационных характеристик энергоустановок [Текст] /

О.А. Журавлев, С.Ю. Комаров, К.Н. Попов, А.Б. Прокофьев // Компьютерная оптика. - 2001. -№21. С. 7-11.

2. Макаева, Р. Х., Определение собственных частот и форм колебаний диска постоянной толщины, закрепленного в центре [Текст] / Макаева Р.Х., Царева А. М., Каримов А. Х// Изв. Вузов. Авиационная техника. -2008. -№1. С. 41-45.

УДК 621.375

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ЦИФРОВОГО СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРА ДЛЯ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Журавлев О.А., Сергеев Р.Н., Харчикова Ю.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет

#### **DEVELOPMENT OF METHODS OF MOBILE DIGITAL SPECKLE INTERFEROMETRY FOR CONSTRUCTION MATERIALS TESTING**

*Zhuravliov O.A., Sergeev R.N., Harchikova Ju.V. The results of the development of mobile speckle interferometer. Describes the optic-electronic circuit of mobile speckle interferometer with diffusely scattered beams. The results of experimental modeling.*

В настоящее время в аэрокосмической отрасли существует потребность в панорамных средствах автоматизированного контроля качества соединений поверхностей листовых композиционных и слоистых материалов, включая многослойные панели звукопоглощающих покрытий. При этом ставится задача по оперативному выявлению внутренних дефектов типа непроваров, непроклеев, пористости.

Для решения данной проблемы в [1] была показана возможность применения двухэкспозиционного метода сдвиговой спекл-интерферометрии. Однако специфичность цифрового спекл-интерферометра (ЦСИ) сдвигового типа, связанная с применением критичной к юстировке оптической схемы интерферометра Майкельсона, необходимость регулирования угла наклона одного из зеркал до и после нагружения объекта, а также недостаточный уровень контрастности получаемых спекл-интерферограмм привели к необходимости поиска более простого в эксплуатации метода контроля с применением помехоустойчивого ЦСИ.

Проведенный анализ оптических схем внестеновых голографических и спекл-

интерферометров [2,3], а также полученные программные методы статистической обработки спекл-изображений в условиях механической нестабильности установки [4], впервые позволили разработать для неразрушающего контроля объектов оптическую схему мобильного ЦСИ с непрерывным лазером (рис.1) и совмещенными каналами спекл-модулированных предметного и опорного пучков, отличающуюся малым числом элементов и простотой юстировки. В данной схеме малогабаритный лазер с диодной накачкой 1 и формирователем пучка 2 размещаются непосредственно на обычном аудиторном столе 3, а регистратор 4 находится на дополнительной переносной опоре в виде геодезического штатива.

Принципиальная особенность схемы связана с применением в качестве светоделивателя 5 пластины из органического стекла толщиной 8 мм, характеризующейся некоторым уровнем диффузности.

Пластина светоделивателя 5 установлена на жесткой рамке 6, в которой закреплялась по контуру металлическая пластина исследуемого объекта.

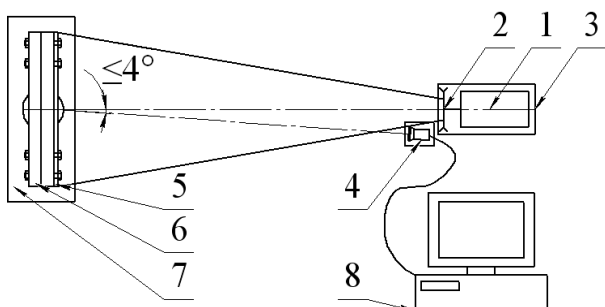


Рис. 1. Оптическая схема мобильного спекл-интерферометра: 1 – лазер; 2 – линза; 3 – аудиторный стол; 4 – регистратор (цифровая телекамера Watec-902H с фотообъективом Юпитер); 5 – светоделитель; 6 – рамка с исследуемым объектом; 7 – узел крепления рамки на массивном основании; 8 – ПЭВМ

В качестве нагрузочных приспособлений использовались механический толкатель с микрометрическим винтом, устройство для вакуумирования, а также тепловой источник. Если два первых нагрузочных приспособления применялись для создания только конечного напряженного состояния, то тепловой источник обеспечивал возможность получения режима с неустановившимся температурным деформированием объекта.

Исследуемые объекты отличались видом искусственно созданных дефектов (одиночное глухое отверстие  $\varnothing 5$  мм, область с тремя одинаковыми неглубокими лунками  $\varnothing 5$  мм), находящихся на обратной от лазера стороне пластины в области оси её симметрии.

Получаемые спекл-интерферограммы сравнивались с картиной интерференционных полос, регистрируемой для бездефектной пластины в одинаковых условиях нагружения.

Исследования показали, что для рассматриваемого вида «скрытых» дефектов наибольшие отличия наблюдались в картинах интерференционных полос, получаемых при температурном нагружении анализируемых пластин (рис. 2,3).

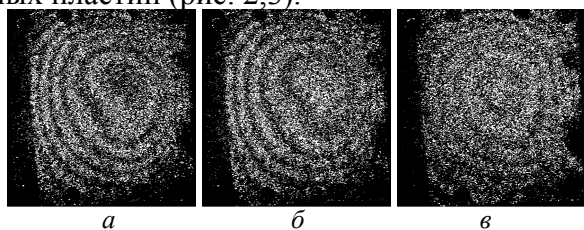


Рис. 2. Сравнительные спекл-интерферограммы для пластины с дефектом в виде одиночного глухого отверстия а), б) и бездефектной пластины в)

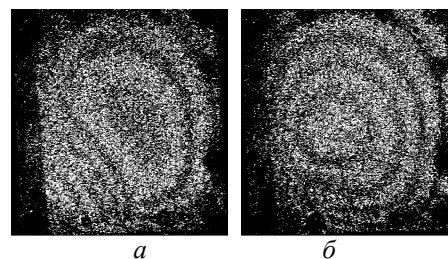


Рис. 3. Сравнительные спекл-интерферограммы для пластины с дефектом в виде 3-х лунок а) и бездефектной пластины б)

Результаты проведенных экспериментов показывают, что созданный мобильный ЦСИ с лазером непрерывного излучения обеспечивает возможность оперативного обнаружения трудно выявляемых скрытых дефектов. Обеспечению помехоустойчивости мобильного ЦСИ при исследовании медленно изменяющихся температурных деформаций способствует возможность регулирования, как скорости, так и числа регистрируемых кадров спекл-изображений. Далее требуется проведение этапа работ, связанного с совершенствованием конструкции нагрузочного приспособления для перехода к дефектоскопии протяженных листовых материалов.

#### Библиографический список

1. Журавлев, О.А. Разработка сдвигового спекл-интерферометра для неразрушающего контроля конструкционных материалов / О.А. Журавлев, А.В. Ивченко, Р.Н. Сергеев // Материалы докл. Междунар. науч-техн. конф. «Проблемы и перспективы развития двигателестроения». Ч.1. – Самара, 2009. – С. 196-198.
2. Волков, И.В. Внестеновая спекл-голография. Использование голографической спекл-интерферометрии при измерении деформаций натуральных конструкций / И.В. Волков // Компьютерная оптика, 2010. Т.34, №1.- С.82-89.
3. Патент № 71429 G 01 H 9/00. Устройство для исследования форм колебаний /А.И. Жужукин. Опубликовано 10.03.2008. Бюл. №7.
4. Автоматизированная виброметрия конструкций на основе помехоустойчивого цифрового спекл-интерферометра /Под ред. В.П.Шорина. - Самара: СГАУ, 2007.- 124с.