

конференции (г. Самара 21-23 апреля 2020 г.) /Под. ред. А.И. Данилина; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва. Самара: Вектор, 2020. - С.48-50.

Афанасьев Вадим Владимирович, д.т.н., проф. каф. ЭКСПИ, КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, ivans8585@mail.ru

Буткевич Юрий Рудольфович, студент, КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Vytkevic@mail.ru

УДК 621.375; 681.787

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ МЕТОДАМИ СПЕКЛ- ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ С КОЛЬЦЕВОЙ АПЕРТУРОЙ

М.Н. Осипов¹, Р.Н. Сергеев^{1,2}

¹«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара,

²АО «РКЦ «Прогресс», г. Самара

Ключевые слова: неразрушающие методы исследований, оптические методы измерений, спекл-интерферометрия, спекл-фотография, измерительная система.

Экспериментальные методы остаются основным критерием истинности существующих математических моделей, несмотря на большие достижения в сфере развития вычислительной техники и математических методов численного моделирования, которые позволяют решать широкий класс задач механики.

Особое место занимают оптические методы, так как они обладают таким важным свойством как бесконтактность, что в свою очередь приводит к повышению точности и достоверности получаемых результатов. Высокими метрологическими характеристиками обладают методы когерентной оптики, такие как голографическая интерферометрия, спекл-интерферометрия, спекл-фотография, а благодаря большому объему получаемых экспериментальных данных они не имеют аналогов.

С практической точки зрения методы спекл-интерферометрии имеют преимущества перед голографической интерферометрией, в связи с более низкими требованиями к оптическим элементам, а также к стабильности оптической схемы. Следует отметить, диапазон контролируемых перемещений для спекл-интерферометрии находится в пределах $0,3-6,3$ мкм, а для спекл-фотографии $0,001-1$ мм. Таким образом, комплексная измерительная система на базе двух методов может обладать достаточно высокими метрологическими характеристиками.

Чувствительность спекл-интерферометрии к определению величины перемещения зависит от размеров спекл-структуры, которая определяется параметрами используемой оптической системы при записи субъективной спекл-структуры, т.е. числовой апертурой оптической системы. Увеличение числовой апертуры оптической системы приводит к уменьшению размеров регистрируемой спекл-структуры и, следовательно, к увеличению чувствительности спекл-интерферометрии.

Однако, с другой стороны, увеличение числовой апертуры оптической системы приводит к требованию использования высококачественной оптики, так как при таких параметрах начинают существенным образом сказываться aberrации оптической системы, которые приводят к искажению регистрируемой информации.

Исследования по повышению помехоустойчивости оптических схем спекл-интерферометров, точности измерений, а также расширения диапазона измеряемых перемещений показали возможность создания оптических измерительных систем, работающих в реальных условиях, что не свойственно для голографических измерительных систем [1].

В работах [2,3] предложено применить аподизацию оптической системы, приводящее к изменению распределения интенсивности в дифракционном изображении, что приводит к уменьшению характерного поперечного размера одиночного спекла. Применение кольцевых апертур ведет к повышению в 1,5 раза чувствительности при определении перемещений. Следует также отметить, что в этом случае также снижаются требования к качеству оптики, так как позволяет снизить влияние aberrаций на процесс формирования изображения.

Список использованных источников

1. Shakhmatov E.V., Zhuravlev O.A., Sergeev R.N., Safin A.I. Development and application of mobile digital speckle interferometer for vibrometer model sample honeycomb / Procedia Engineering. 2015. Т. 106. С. 247-252.

2. Osipov M.N., Sergeev R.N. Digital speckle photography with the ring aperture diaphragm / Procedia Engineering. 2017. Т. 201. С. 155-163.

3. Osipov M.N., Sergeev R.N. The influence of the aperture diaphragm on the size of the subjective speckles and the application of this in speckle photography / Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1368(2), 022068.

Осипов Михаил Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой безопасности информационных систем. E-mail: osipov7@yandex.ru.

Сергеев Роман Николаевич, лаборант учебно-научной лаборатории математических методов защиты информации Самарского университета, ведущий инженер-конструктор АО «ПКЦ «Прогресс». E-mail: romansr@yandex.ru.