

СПЕКЛ – ИНТЕРФЕРОМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРАЦИЙ И СТАТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ДЕТАЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

А. И. Жужукин

ОАО «КУЗНЕЦОВ»,
cntkknio@yandex.ru

При создании новых энергетических установок первостепенное значение имеет обеспечение их прочности и надёжности. При этом одной из задач в решении проблемы исследования вибрационных нагрузок в энергетических установках различного назначения является задача определения собственных частот и форм колебаний составляющих их функциональных элементов. Другой важной задачей является определение напряжённо – деформированного состояния (НДС) деталей при статических нагрузках. Поэтому экспериментальная оценка НДС деталей при вибрационном и статическом нагружении является обязательным этапом при создании и доводке конструкций энергетических установок.

К одним из наиболее эффективных экспериментальных средств определения НДС деталей и узлов машин и механизмов относятся методы голографической интерферометрии[1,2] и цифровой спекл – интерферометрии[2-4]. Применение голографических средств ограничено экспериментальными трудностями из-за длительности и трудоёмкости испытаний. Вследствие этого в последние годы методы цифровой спекл – интерферометрии получили наибольшее распространение.

При использовании метода цифровой спекл – интерферометрии особое внимание уделяется выбору оптической схемы интерферометра. В большинстве случаев используется оптическая схема цифрового спекл – интерферометра (ЦСИ) с разделёнными пучками и гладкой опорной волной. Однако такая схема достаточно сложна и для размещения её элементов возникает необходимость в использовании интерферометрического стола. На ОАО «КУЗНЕЦОВ» для исследования вибраций и статических деформаций деталей энергетических машин разработан ЦСИ с совмещёнными пучками и спекл – модулированной опорной волной, в котором опорный пучок сформирован с помощью диффузора, расположенного перед исследуемым объектом. Эта схема проста в юстировке и содержит малое число оптических элементов (рис.1)..

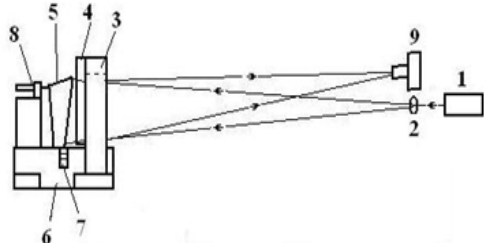


Рис.1 ЦСИ с совмещёнными пучками и спекл – модулированной опорной волной для измерения вибраций и статических деформаций деталей: 1 – лазер; 2 – расширитель пучка; 3 – держатель диффузора; 4 – диффузор; 5 – исследуемая деталь; 6 – зажимное устройство; 7 – пьезовозбудитель; 8 – устройство статического нагружения; 9 – видеосистема

Принцип действия установки при исследовании вибраций описан в работе [3], и в этом случае из схемы исключается устройство 8. Измерение статических деформаций приведено в работе [4]. При этом не используется пьезовозбудитель 7.

В работе [2] доказано, что в случае использования видеосистемы с одинаковой

разрешающей способностью контраст интерференционных полос на спекл – интерферограммах, получаемых с помощью ЦСИ с гладкой опорной волной, выше, чем на спекл – интерферограммах, получаемых на ЦСИ со спекл – модулированной опорной волной. Кроме того контраст полос возрастает с увеличением разрешающей способности используемой видеосистемы. Юстировка оптической схемы ЦСИ на рис.1 настолько проста, что позволяет использовать для регистрации спекл - интерферограмм цифровую фотокамеру. Разрешающая способность у большинства фотокамер значительно выше, чем у телекамер. Это позволяет повысить контраст интерференционных полос как при вибрационных испытаниях, так и при статическом нагружении. В данной работе объектом исследования была лопатка 14 ступени компрессора высотой 26,2 мм и хордой 21,5 мм производства ОАО «КУЗНЕЦОВ». На рис.2 приведены результаты вибрационных испытаний.

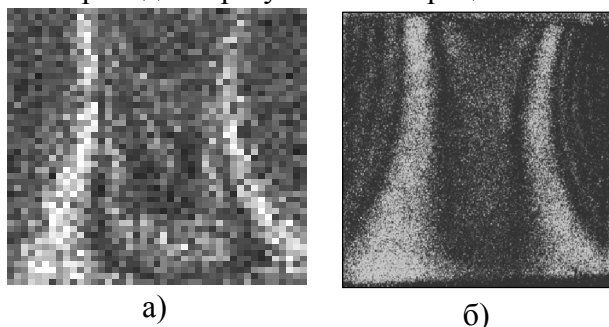


Рис.2 Спекл – интерферограммы колеблющейся на частоте 16908 Гц лопатки 14-й ступени компрессора, зарегистрированные с помощью: а) ЦСИ с гладкой опорной волной телекамерой MTV – 4363 СА; б) ЦСИ со спекл – модулированной опорной волной фотокамерой Canon EOS 1100D

В ходе дальнейших испытаний с помощью нагрузочного устройства 8 лопатка подвергалась статическому нагружению (рис.3).

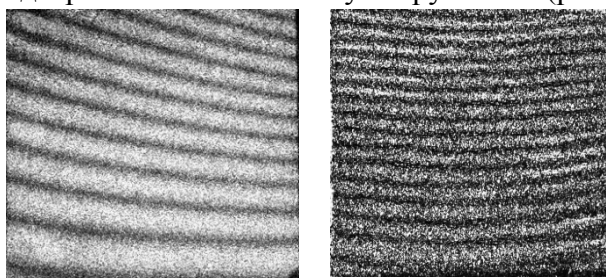


Рис.3 Спекл – интерферограммы деформационного поля перемещений лопатки 14-ступени компрессора, полученные с помощью ЦСИ со спекл – модулированной опорной волной фотокамерой Canon EOS 1100D при различных нагружениях

Таким образом, из результатов, приведённых на рис.2 и рис.3, следует, что в разработанном ЦСИ со спекл – модулированной опорной волной применение цифровой фотокамеры позволяет повысить контраст интерференционных полос как при вибрационных испытаниях, так и при статическом нагружении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макага Р.Х. Использование голографической интерферометрии для диагностики технического состояния деталей турбомашин// Известия вузов. Авиационная техника. 2008. №2. С.72 – 74.
2. Джоунс Р., Уайкс К. Голографическая и спекл-интерферометрия. М.: Мир, 1986. 328 с.
3. Жужукин А.И. Мобильный спекл – интерферометр для исследования форм колебаний вибрирующих объектов во внестеновых условиях // Труды МАИ. 2011. №48.
4. Жужукин А.И., Соляников В.А. Применение цифровой фотокамеры в оптической схеме спекл – интерферометра для исследования статических деформаций деталей газотурбинных двигателей// Вестник СГАУ. 2012. № 4(35). С.155 – 161.