

УДК 620.171.5

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ В ДЕТАЛЯХ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ

© Нагурный И.О., Лежин Д.С.

e-mail: ivanronaldo94@mail.ru

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

Задача определения полей распределения деформаций в деталях при проектировании и доводке изделий является актуальной при исследовании узлов в сборе, а также при реализации сложных видов нагружения и закрепления деталей, исследовании деталей сложных форм с концентраторами напряжений, т.е. в тех случаях, когда тензометрирование (даже большим количеством датчиков) не может дать полного представления о состоянии детали. Результаты экспериментально полученных полей распределения деформаций широко используются для верификации расчетных конечноэлементных методов и экспериментального подтверждения решения тестовых задач. При этом проверяется правильность выбора элементов, качество сетки, корректность задания граничных условий. По результатам экспериментального исследования для сложных деталей и условий нагружения может быть скорректирована расчетная модель.

Известны различные способы экспериментального определения полей деформаций в деталях и конструкциях [1]: оптико-механические, поляризационно-оптические, методы делительных сеток, методы муаровых полос, методы голографической интерференции, методы спекл – интерферометрии.

В данной работе для экспериментального получения полей деформаций использован поляризационно – оптический метод с использованием отражающих оптически чувствительных покрытий. По сравнению с другими он обладает относительной простотой и компактностью применяемой аппаратуры, что обеспечивает мобильность испытаний. Вместе с тем, он обеспечивает наглядность получаемых картин деформаций и позволяет изучать деформации анизотропных тел, деформации в микрообластях, проводить оценку температурных деформаций и напряжений конструкций, работающих при сложных условиях нагружения.

Целью данной работы является освоение оборудования для поляризационно – оптического анализа деформаций, накопление опыта работы с этим оборудованием, получение навыков по подготовке изделий к исследованию и их препарированию и анализ полученных результатов.

Анализ полей деформаций проводится отражательным полярископом LF/Z-2, выпускаемым подразделением Micro-Measurements компании Vishay Precision Group. Использование отражения позволяет проводить исследование реальных деталей, а не модельных образцов, выполненных из оптически прозрачных материалов. В то же время, это усложняет подготовку и препарирование детали пленкой и отражающим покрытием.

Для выполнения поставленной цели было изготовлено несколько тестовых образцов: пластины, пластины с концентраторами в виде отверстий и выточек, пластины с утолщениями на концах, моделирующими соединением пера лопатки газотурбинного двигателя с замковой частью. На этих образцах отрабатывалась

технология закрепления отражающего полимерного покрытия. Проведена серия нагружений образцов увеличивающимися нагрузками с фиксацией результатов полярископом.

В качестве первых объектов исследования выбраны модельные образцы простой формы, на которых реализованы простые способы нагружения – растяжение, сжатие, изгиб, дающие возможность расчета деформаций точными методами. На этих образцах отработывался опыт нанесения покрытия на детали, проводились наблюдения за этим покрытием при нагружении, анализировались ошибки, допущенные в ходе технологического процесса препарирования и особенности покрытий. Также, нарабатывался опыт обработки результатов. Полученные результаты легко предсказываются результатами расчетов.

Впоследствии проведены исследования образца с концентраторами напряжений в виде отверстий и выточек. В настоящее время отработывается технология нанесения покрытия на модельную лопатку с целью исследования деформаций в перо и зоне перехода от пера к замку. Ранее, с участием автора проводились экспериментальные исследования этой модельной лопатки с использованием тензометрирования для верификации расчетных данных в отдельных точках пера и были получены хорошие результаты [2]

Помимо расчета образцов точными методами, проведено моделирование и расчет их в конечноэлементном пакете ANSYS.

В докладе представлены результаты этих экспериментальных исследований и сравнение значений деформаций и картин их распределения, полученные экспериментальным и расчетным методами.

Библиографический список

1. Мартыненко А. В. Применение экспериментальных голографических методов при исследовании элементов гидрообъемных передач / А. В. Мартыненко // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Машиноведение и САПР. – Харьков : НТУ "ХПИ", 2006. – № 3. – С. 117-132.
2. Гаршин Е.А., Нагурный И.О., Давыдов Д.П. и др. Расчётно-экспериментальная оценка несущей способности рабочей лопатки осевой турбомшины // Проблемы и перспективы развития двигателестроения. — 2018. — С. 268