

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НДС ЭЛЕМЕНТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Лежин Д.С., Нагурный И.О.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, ldms@mail.ru

Ключевые слова: Корреляция цифровых изображений, имитационные испытания, прочностной анализ.

В настоящее время в аэрокосмической промышленности на стадии проектирования новых изделий большое внимание уделяется имитационным испытаниям космических аппаратов и ракет-носителей. Имитационные испытания на специализированном ПО позволяют оценить прочностные характеристики изделий, но для валидации КЭМ необходимо проводить натурные испытания с применением экспериментальных методов определения деформации. Данный подход был апробирован при прочностных испытаниях кронштейна объединенной двигательной установки коррекции орбиты КА. Для экспериментальной отработки использовалась система измерения деформаций ARAMIS, в которой реализован метод корреляции цифровых изображений (рис. 1).

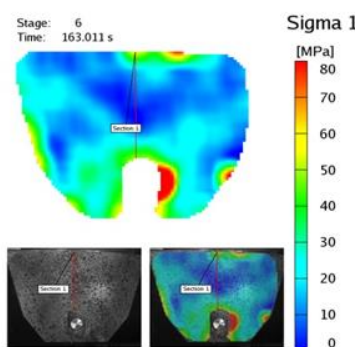


Рис. 1 – Картина распределения напряжений

Проведенный эксперимент показал явное и четкое распределение напряжений на несущей полке кронштейна. Возможности программного обеспечения ARAMIS, позволяющие оценить напряженное состояние в каждой заданной точке поверхности, способствовали уточнению расчетной конечно-элементной модели. Проведенная валидация КЭМ выявила некоторые неточности задания граничных условий, а также условий нагружения (изначально в расчетных моделях принимаются идеальные условия закрепления и нагружения), дающие завышенные значения возникающих напряжений в кронштейне. Проработав условия закрепления и нагружения (эксперимент наглядно показал точки опирания конструкции кронштейна и зоны, принимающие нагружение) была получена уточненная конечно-элементная модель, расхождение результата расчета уточненной конечно-элементной модели с результатом эксперимента составляет не более 1%.

Полученные уровни напряжений позволяют рассмотреть вопрос уменьшения массы конструкции за счет выборки материала со стенок и ребер кронштейна, выполняя при этом требования жесткости и прочности (перемещение центра масс устанавливаемой на кронштейны двигательной установки $\delta < 0,5$ мм, запас прочности конструкции $\eta > 1$). На рис. 2 и 3 показан изначальный вариант кронштейна и оптимизированный соответственно.

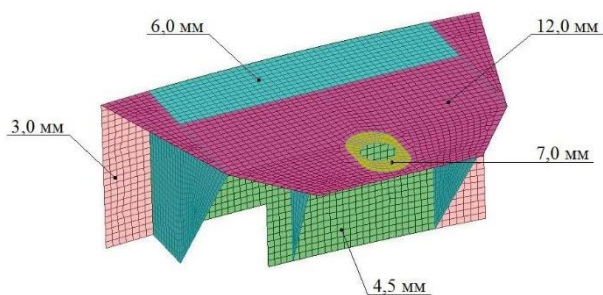


Рис. 2 – Исходная геометрия кронштейна

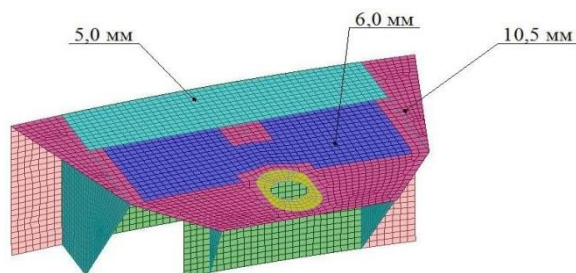


Рис. 3 – Оптимизированная геометрия кронштейна

Проработанные варианты облегчения конструкции позволяют сэкономить до 0,5 кг массы. Учитывая, что ОДУ устанавливается 4 кронштейна, то суммарное уменьшение массы составляет 2 кг.

Сведения об авторах

Лежин Дмитрий Сергеевич, канд. техн. наук, доцент. Область научных интересов: экспериментальные методы исследования НДС.

Нагурный Иван Олегович, магистрант. Область научных интересов: исследование деформаций и напряжений конструкций.

EXPERIMENTAL RESEARCH AND CALCULATED OF DEFORMATION OF ELEMENTS OF POWER PLANTS

Lezhin D.S., Nagurny I.O.

Samara National Research University, Samara, Russia, ldms@mail.ru

Keywords: Correlation of digital images, imitation tests, strength analysis.

The paper describes the results of calculations and experimental studies of the elements of the engines. Experimental studies were carried out using the photogrammetric method implemented on the ARAMIS deformation measurement system. Test results made it possible to conduct validation of finite element model and perform design optimization.