

УДК 629.7.023

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ ВЫРЕЗОВ В ФЮЗЕЛЯЖЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ТРАНСПОРТНОГО САМОЛЁТА

Шилимов К. Г., Камалиева Р. Н., Болдырев А. В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

На этапах жизненного цикла часто возникает необходимость модификации самолётов для решения определённого круга задач. Например, модификация пассажирского самолёта в грузовой вариант или под специальное оборудование. Внесение изменений в конструкцию уже существующих самолётов позволяет значительно сэкономить время и ресурсы. При разработке модификаций часто требуется предложить рациональное конструктивное оформление (усиление) дополнительных вырезов в фюзеляже самолёта. С целью решения данной задачи в настоящей работе разработана методика проектирования усиления вырезов (рисунок 1).



Рис. 1. Блок-схема методики проектирования усиления вырезов в фюзеляже

На первом этапе строится геометрическая модель отсека фюзеляжа существующего самолёта (блок 1). После этого на её основе создаётся проектировочная конечно-элементная модель (КЭМ) отсека (модель "как есть") (блок 2). Проводится статический анализ конструкции. Далее строится КЭМ отсека с дополнительными вырезами (модель "как должно быть") (блок 3). На основании анализа напряжённо-деформированного состояния (НДС) предлагаются технические решения усиления вырезов. Для обеспечения прочности и ресурса в конструкции с дополнительными вырезами эквивалентные по Мизесу напряжения не должны превышать значений, действующих в исходной конструкции. Затем создаётся конструкторская электронная модель отсека фюзеляжа (блок 3). На основе этой модели для проверки правильности принятых решений разрабатывается поверочная КЭМ (блок 4) и при необходимости вносятся изменения в конструкцию. Окончательная конструкторская электронная модель передаётся заказчику.

Разработанная методика использована для проектирования модификации регионального грузопассажирского самолёта. Максимальная взлётная масса самолёта составляет 21 000 кг, максимальная коммерческая нагрузка 6 000 кг. Согласно техническому заданию в нижней части отсека фюзеляжа имеется пять дополнительных вырезов под специальное оборудование.

“Оцифровка” отсека в программе для геометрического моделирования *NX* проводилась силами студенческого конструкторского бюро кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов СГАУ. Исходными данными для построения КЭМ “как есть” в программе конечно-элементного анализа *FEMAP* являлись геометрическая модель отсека фюзеляжа и чертежи самолёта. КЭМ представлена на рисунке 2. Обшивка, стенки шпангоутов, балок и др. моделировались конечными элементами типа *plate*. Стрингеры, пояса шпангоутов, балок и др. моделировались конечными элементами типа *rod*. По контуру всех отверстий были смоделированы стержневые элементы очень малого сечения (индикаторные элементы) для определения концентрации напряжений на краях выреза. Общее количество конечных элементов в модели отсека фюзеляжа составило около 15 тыс.

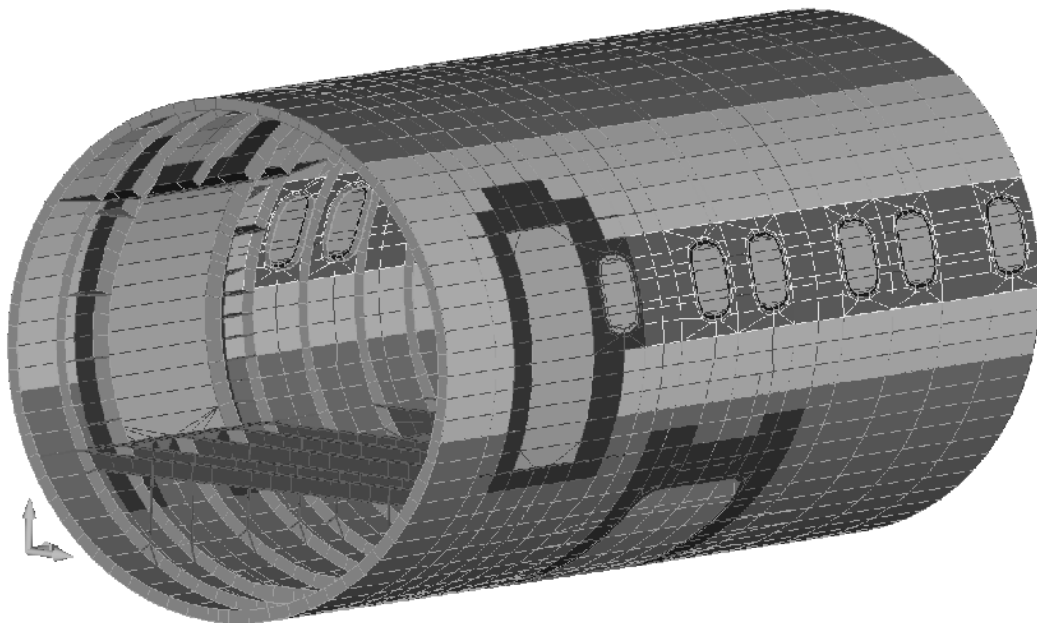


Рис. 2. КЭМ отсека фюзеляжа

Рассмотрено шесть основных случаев нагружения: нагружение отсека крутящим моментом, нагружение максимальным избыточным давлением, нагружение при посадке с учётом динамического характера, нагружение носовой стойки при разбеге, нагружение при симметричном манёвре и избыточном давлении. В результате расчётов выявлен определяющий расчётный случай – нагружение максимальным избыточным давлением. Максимальные напряжения в индикаторных элементах КЭМ “как есть” составили порядка 250 МПа в районе багажного люка.

Разработана КЭМ отсека с дополнительными вырезами в нижней части фюзеляжа. Уровень напряжений в районе вырезов без усиления составил порядка 1300 МПа. На основании анализа НДС конструкции предложено техническое решение усиления вырезов за счёт накладок, подкладок и продольных балок в местах, где разрезаны шпангоуты. В результате удалось снизить максимальные напряжения до уровня 200 МПа, который не превышает значений напряжений в исходной конструкции.

Таким образом, в результате работы показана работоспособность разработанной методики проектирования усиления вырезов в фюзеляже. Предложено техническое решение усиления вырезов в конструкции модифицированного самолёта.