

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ КОМПОЗИТНОГО ГОЛОВНОГО ОБТЕКАТЕЛЯ

Макарова Е.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Скворцов Ю.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева

ЦСКБ-Прогресс разрабатывает ракету-носитель «Союз-2», предназначенную для выведения на разнообразные орбиты автоматических космических аппаратов, а также пилотируемых и грузовых космических кораблей. В составе ракеты-носителя могут быть использованы головные обтекатели различных диаметров от 2,7 м до 4,11 м. Головной обтекатель предназначен для обеспечения защиты полезного груза от воздействия аэродинамических нагрузок и тепловых потоков на участке полета при прохождении через плотные слои атмосферы и защиты от внешних воздействий при наземной эксплуатации в процессе подготовки к запуску. Применение крупногабаритных обтекателей позволит расширить номенклатуру запускаемых космических аппаратов.

Целью настоящей работы является исследование напряженно-деформированного состояния и устойчивости оболочки головного обтекателя диаметром 4,11 м и длиной 11,4 м, разработка которого является перспективной задачей.

Конструкция головного обтекателя представляет собой составную оболочку вращения, разделенную вдоль образующей на две одинаковые части (створки), скрепленные замками. Материал оболочки является трехслойным с многослойными композитными обшивками и легким сотовым наполнителем.

Сравнительный анализ корпусных нагрузок показывает, что наиболее тяжелым случаем нагружения головного обтекателя является “ q_{max} ”. При этом на обтекатель действует неравномерно распределенное аэродинамическое давление, изменяющееся по сложному закону как в окружном направлении, так и вдоль образующей.

Решение задачи проводится методом конечных элементов с использованием универсального МКЭ-пакета MSC.Patran/Nastran. Для учета возможных концентраторов напряжений моделируются отверстия под люки с крышками, подкрепляющие шпангоуты, стыковочные профили и вкладыши, а также замковые соединения. Для идеализации последних применяются элементы абсолютно жесткого бруса нулевой длины. Ввиду того, что аэродинамическое давление может иметь произвольную ориентацию относительно плоскости замков, рассматривается несколько вариантов нагружения данной конструкции. Анализ устойчивости выполняется на базе линеаризованного подхода путем решения обобщенной проблемы собственных значений. При этом за коэффициент запаса по устойчивости принимается наименьшее положительное собственное значение.

Как показывают результаты расчетов при различных вариантах нагружения, конструкция головного обтекателя удовлетворяет требованиям по прочности и устойчивости при заданных коэффициентах безопасности. При этом оболочка обтекателя обладает достаточной жесткостью.