

УДК 629.78

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОЕКТИРОВОЧНОГО РАСЧЁТА НА ПРОЧНОСТЬ ФЕРМЕННЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ОТСЕКОВ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ ПО РАЗЛИЧНЫМ МЕТОДИКАМ

Берлов Д. С., Куренков В. И.

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

При проектировании ферменных переходных отсеков ракет-носителей ставится задача структурного и параметрического синтеза параметров конструкции, обеспечивающих прочность в различных условиях эксплуатации.

Структурный синтез переходного отсека подразумевает обоснование количества стержневых и опорных элементов. Параметрический синтез подразумевает выбор диаметров стержневых элементов и толщин стенок, а также выбор геометрических параметров соединяющих элементов.

Особенностью проектирования переходных отсеков является взаимовлияние структуры отсека и параметров отдельных элементов.

В настоящее время существует несколько методик выбора структуры и параметров ферменных переходных отсеков. Некоторые из них приведены в источниках [1,2]. Появление нескольких методик объясняется исторически тем обстоятельством, что каждое конструкторское бюро разрабатывало свои методики, которые были по определенным причинам недоступны для взаимного обсуждения.

В этой связи появляется задача о выборе предпочтительного метода структурного и параметрического синтеза ферменных конструкций, который приводил бы к минимальной массе переходного отсека. Результативность различных методик можно оценивать с помощью построения спроектированных переходных отсеков в системе твёрдотельного моделирования и проведения прочностных расчётов.

Цель исследования: сравнение и выбор методик проектирования ферменных переходных отсеков ракет-носителей.

Задачи:

1. Выбор основных параметров ферменной конструкции по различным методам.
2. Разработка ферменной конструкции в системе твёрдотельного моделирования SolidWorks.
3. Использование активного добавления SolidWorks Simulation для расчётов на прочность ферменной конструкции.
4. Сравнение результатов расчётов по различным методам и рекомендации по использованию методик проектирования.

Ниже в качестве примера приведены результаты расчёта по двум методикам: [1] (методика 1 – доцента О. А. Горячева) и [2] (методика 2 – доцента Л. М. Савельева).

Для анализа был выбран переходный отсек высотой 1 м и вписывающийся в диаметр 2,5 м. Отсек имел 16 стержней и 16 узловых элементов (по восемь в каждой плоскости). Материалом конструкции являлась сталь 30ХГСА. Коэффициент безопасности был взят равным 1,3.

Был выбран расчётный случай, соответствующий максимальному скоростному напору при порыве ветра. Параметры нагрузки для сравнения вариантов были выбраны одни и те же, а именно, изгибающий момент 1,5 КНм, приведённая сжимающая сила 400 Кн.

После определения расчетных усилий в стержнях были определены радиус и толщины стенки трубчатых стрижней. По сортаменту подбиралось сечение, ближайшее к полученному расчетному. Далее проверялось выполнение условий устойчивости.

Были получены следующие результаты.

Первый метод: наружный диаметр стержня $d=32$ мм, толщина стенки $\delta=3$ мм, масса конструкции 124,5 кг. Второй метод: наружный диаметр стержня $d=72$ мм, толщина стенки $\delta=1$ мм, масса конструкции 121,4 кг. Перемещения в конструкции, полученной по второму методу, оказались примерно в два раза больше, чем по первому.

В качестве иллюстраций к расчётам на рисунках 1 и 2 представлена твёрдотельная модель переходного отсека и результаты расчёта напряжений и перемещений.

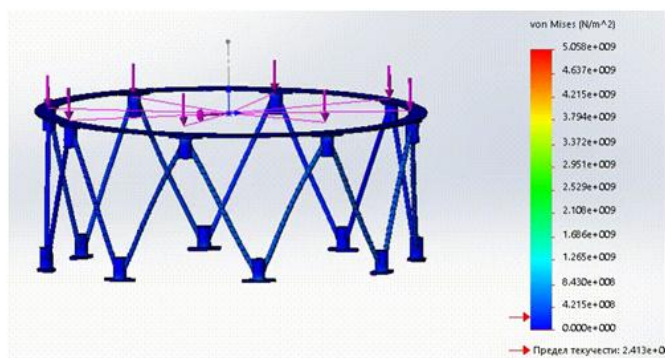


Рис. 1. Твёрдотельная модель переходного отсека и результаты расчёта напряжений

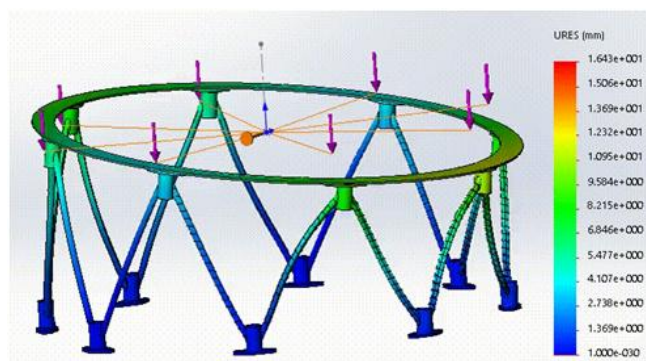


Рис. 2. Твёрдотельная модель переходного отсека и результаты расчёта перемещений

Результаты анализа позволили сделать выводы.

1. Проведён анализ различных методик выбора оптимальных проектных характеристик ферменной конструкции ракет-носителей. Сравнение результатов расчётов проводилось с использованием приложения SolidWorks Simulation.

2. Показано, что лучший результат по массе получается при использовании методики 2. Если же в качестве критерия использовать перемещения, то конструкция, рассчитанная по методике 1, получается более жёсткая.

Библиографический список

1. Горячев, О. А. Расчёт на прочность ферменных конструкций [Текст] / О. А. Горячев // Учебное пособие. Самара, СГАУ, 1984.
2. Савельев, Л. М. Расчёт на прочность ферменных конструкций [Текст] / Л. М. Савельев // Конспект лекций. Самара, СГАУ, 2007.