

УДК 629.78.018.3.015

ОБ УЧЁТЕ ЛОКАЛЬНОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ КОНСТРУКЦИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ПРИ ВАЛИДАЦИИ ЕГО КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ

Иголкин А.А., Филипов А.Г.

Самарский университет, г. Самара, Россия, iskander-filipov@ya.ru

Ключевые слова: вибрация, динамические испытания, сотовая панель.

Чаще всего при анализе динамического (вибрационного) нагружения конструкций космических аппаратов используются линейные конечно-элементные модели, в которых нелинейными эффектами пренебрегли путём линеаризации. Такой подход прост и эффективен с точки зрения временных затрат на анализ. Однако, в реальных условиях в разной степени всегда присутствует нелинейность в динамическом поведении конструкций.

Так, в предыдущем экспериментальном исследовании удалось получить достаточно убедительные данные, говорящие о локальном характере нелинейного поведении конструкции [1]. Например, на сотовой панели в одном из мест замеров на частотах 30 Гц и 32 Гц при динамическом воздействии с усилием в 0,2g наблюдается явный «провал» в отклике конструкции (рис. 1).

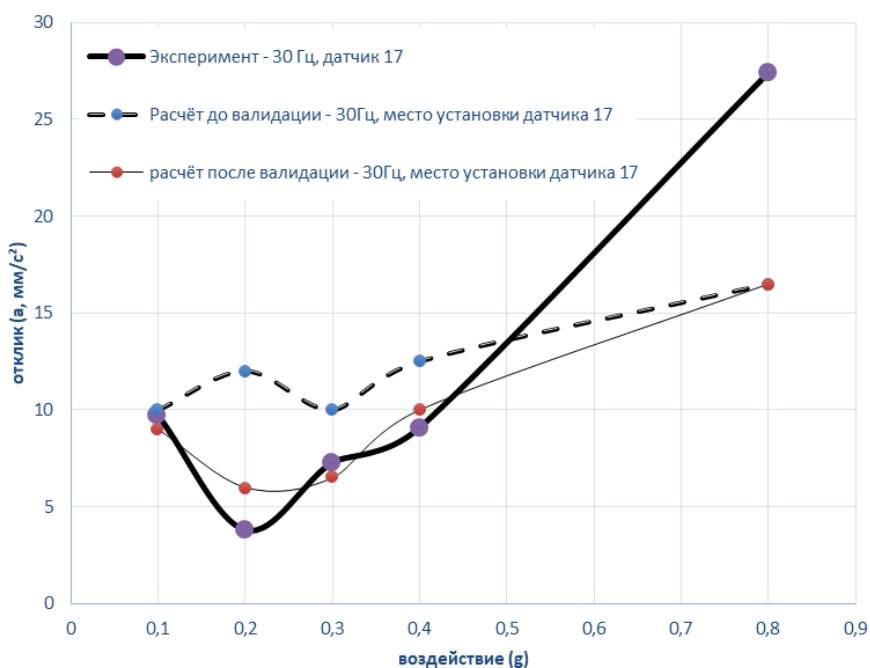


Рис. 1. Сравнение экспериментального отклика конструкции с расчётным

Стоит отметить, что данное место замера характерно наличием закреплённой массы на исследуемой сотовой панели в виде прибора, установленного на кронштейне. Предположив, что жесткости крепления данного прибора могли оказать влияние на нелинейный отклик панели, был введён Гар элемент в месте стыка кронштейна прибора к сотовой панели. Элемент моделирования контакта Гар создает нелинейную связь между двумя узлами в системе координат элемента [2]. Путём подбора параметров и свойств введённого Гар была достигнута

сходимость расчётной конечно-элементной модели с экспериментальными данными в части отклика конструкции в месте установки прибора на исследуемой сотовой панели (см. рис. 1).

Исследование проводилось при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Грант №20-31-90083).

Список литературы

1. Иголкин, А.А. Об экспериментальной идентификации нелинейного динамического поведения конструкции малого космического аппарата / А.А. Иголкин, А.Г. Филипов, М.В. Баляба, И.Г. Глазков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2021. – Т. 23. – № 6(104). – С. 140-148. – DOI 10.37313/1990-5378-2021-23-6-140-148.

2. Рычков, С.П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 784 с.

Сведения об авторах

Иголкин Александр Алексеевич, д.т.н., профессор. Область научных интересов: виброакустика, автоматика и регулирование.

Филипов Александр Геннадиевич, инженер. Область научных интересов: экспериментальное исследование динамических характеристик конструкций космических аппаратов.

ON ACCOUNTING FOR LOCAL NONLINEARITY OF A SPACE VEHICLE DESIGN IN VALIDATION OF ITS FINITE ELEMENT MODEL

Igolkin A.A., Filipov A.G.

Samara University, Samara, Russia, iskander-filipov@ya.ru

Key words: vibration, dynamic tests, cellular panel.

A method for taking into account local nonlinearity at the stage of validating the design of a small spacecraft based on the results of full-scale tests of its dynamic layout is presented and briefly described. As an example, one of the honeycomb panels of the spacecraft structure with the target equipment fixed on it was taken as an object of study.