

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ РАМЫ, ПОДКРЕПЛЕННОЙ ОБОЛОЧКОЙ

Гаврилов А.А., канд. техн. наук, Морозов Н.А., канд. техн. наук
Оренбургский государственный университет

В авиастроении и ракетостроении широко используются рамные конструкции, подкрепленные оболочками. Исследование колебаний данных конструкций производится путем компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния с помощью метода конечных элементов [1, 2, 3, 4]. При исследовании колебаний так же можно использовать аналитические методы [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Экспериментальные исследования колебаний, как правило, в полном объеме не проводятся, что связано с существенными материальными затратами. Тем не менее, именно получение экспериментальных данных позволяет выявить погрешности моделирования.

Эксперимент осуществлялся с помощью вибростенда V8-440 НВТ 900 СМ8R по методу плавного изменения частоты синусоидальных колебаний ГОСТ 30630.1.1-99 «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Определение динамических характеристик конструкции».

В качестве образца выступала сварная рама из стальных стержней прокатного профиля (ГОСТ 8645-68), подкрепленная оболочкой из листовой стали (рисунок 1).

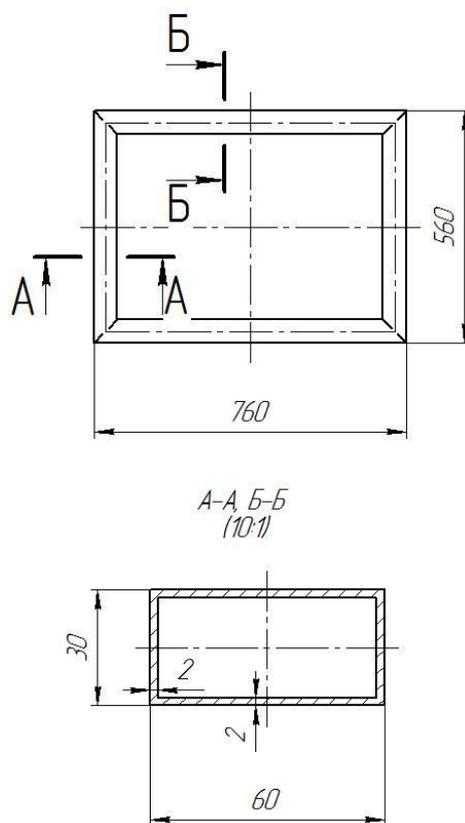


Рисунок 1 – Сварная рама

На подкрепленную раму устанавливались датчики ускорений 352C04. Крепление к столу вибростенда осуществлялось в углах рамы с помощью специально изготовленной оснастки. Жесткость крепления обеспечивалась за счет установленных внутри стержней параллелепипедов, исключая деформацию стержней, и подкрепления каждого угла рамы пластинами (рисунок 2).

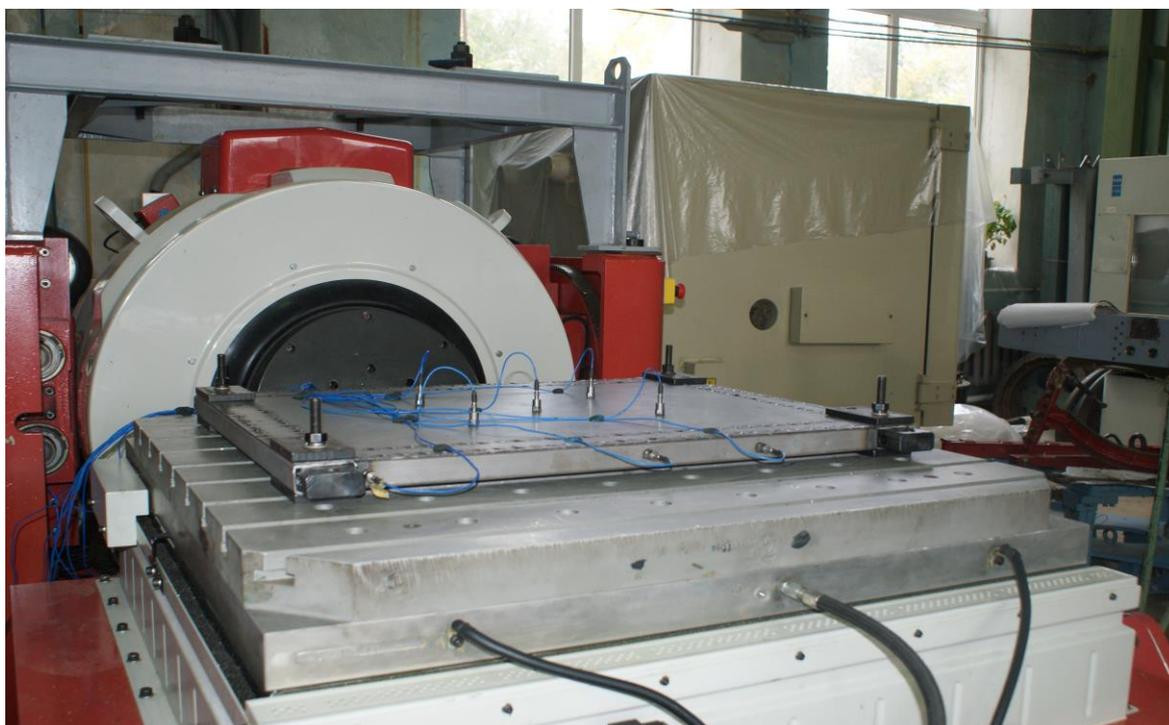


Рисунок 2 – Подкрепленная рама, установленная на стол вибростенда

Колебания осуществлялись в двух плоскостях. Результаты представлены на рисунке 3. Для упрощения визуализации представлены графики изменения амплитуды только по трем датчикам. Пиковые значения соответствуют частотам собственных колебаний, форма колебаний оценивается по соотношению амплитуд датчиков.

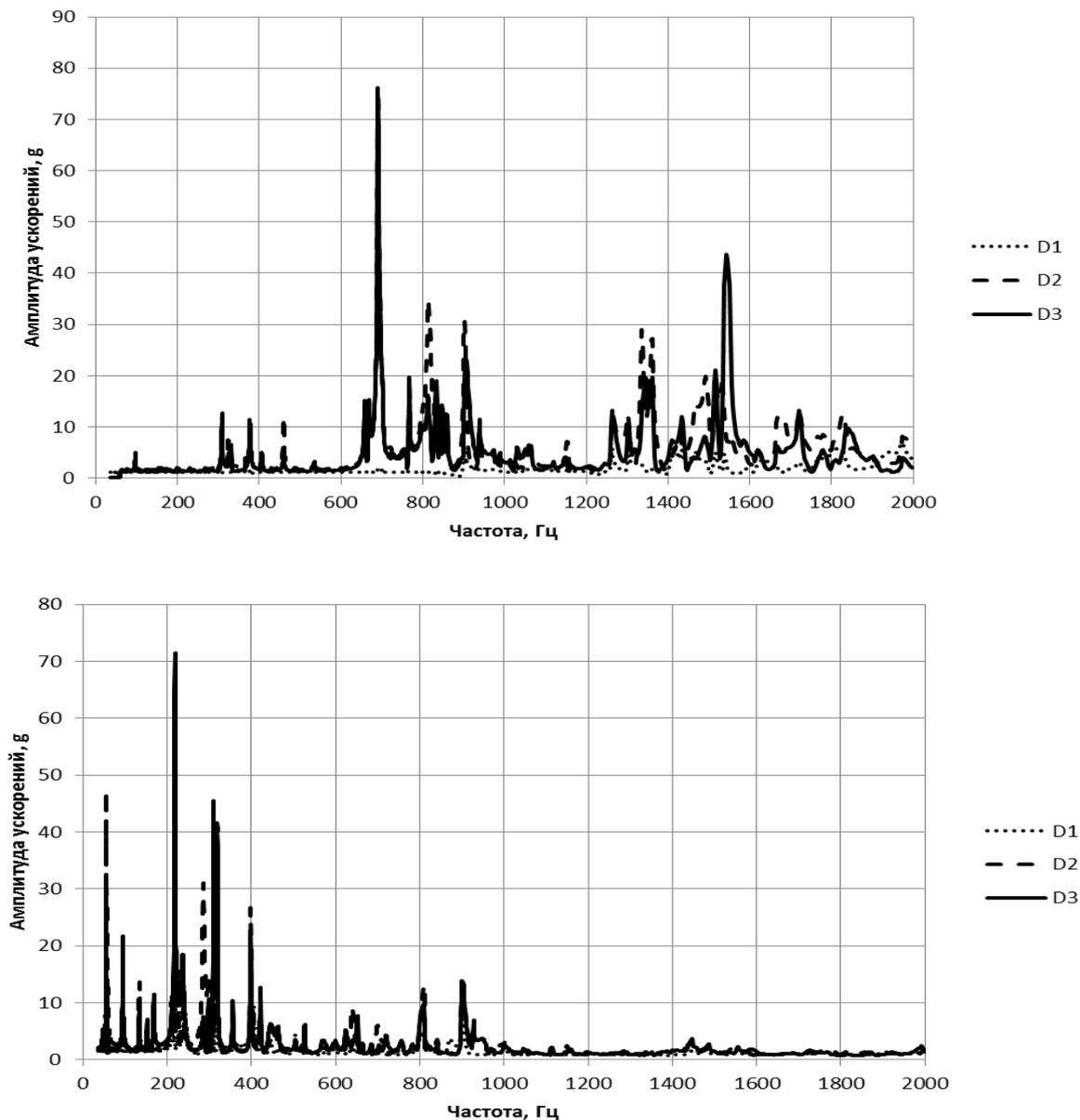


Рисунок 3 – Амплитуды ускорений и частоты при колебаниях рамы, подкрепленной оболочкой, в двух плоскостях

Таким образом, было проведено экспериментальное определение частот собственных колебаний прямоугольной тонкостенной стальной рамы, подкрепленной стальной оболочкой. Полученные экспериментальные данные предлагается использовать при оценке погрешности моделирования колебаний подкрепленных рамных конструкций.

Список литературы

1. Морозов, Н. А. Оптимизация параметров композитных обшивок сухих отсеков летательных аппаратов с помощью Nastran / Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов, А. А. Гаврилов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 9 (184). – С. 164-169. – ISSN 1814-6457
2. Морозов, Н. А. Влияние геометрических характеристик стрингеров на устойчивость подкрепленных цилиндрических обшивок летательных аппаратов / Н. А. Морозов, С. Д. Изенин // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 4-6 февр. 2015 г., Оренбург / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург, 2015. – С. 77-81. – ISBN: 978-5-7410-1180-5
3. Морозов, Н. А. Оптимизация параметров обшивок сухих отсеков ракет, выполненных из композиционных материалов / Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов, А. А. Гаврилов // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сборник трудов двенадцатой международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Оренбургского государственного университета / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2015. – С. 282-286. – ISBN: 978-5-9723-0168-3
4. Абдрахимова, Р. И. Применение программных комплексов в расчетах элементов конструкций / Р. И. Абдрахимова, О. А. Фролова // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2013. – С. 399-401. – ISBN: 978-5-44-17-0299-7
5. Гаврилов, А. А. Прочность и жесткость тонкостенных стержней при изгибных колебаниях / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 4 (140). – С. 253-257. – ISSN 1814-6457
6. Авдонин, А. М. Прогнозирование величин деформаций и напряжений, возникающих при ремонте металлоконструкций сваркой / А. М. Авдонин, Е. В. Пояркова // [Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки](#). – 2013. – Т. 18. – № 4-2. – С. 1585-1588. – ISSN 1810-0198
7. Гаврилов, А. А. Влияние геометрических характеристик сечений на значения частот свободных изгибных колебаний тонкостенных прямолинейных стержней / А. А. Гаврилов, Л. И. Кудина, Г. В. Куча, Н. А. Морозов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 5(124). – С. 146-150. – ISSN 1814-6457
8. Гаврилов, А. А. Прочностные аспекты моделирования изгибных колебаний тонкостенных стержней / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2013. – С. 494-500. – ISBN: 978-5-44-17-0299-7
9. Гаврилов, А. А. Расчет прочности тонкостенных стержней при изгибных колебаниях с помощью фиктивных нагрузок / А. А. Гаврилов,

Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 1 (162). – С. 167-170. – ISSN 1814-6457

10. *Гаврилов, А. А. Формы и частоты колебаний многопролетных неразрезных подкрановых балок / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов, А. В. Колотвин // [Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки](#). – 2016. – Т. 21. – [№ 3](#). – С. 922-925. – ISSN 1810-0198*