

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\text{изг. max.}}}{W} = \frac{285}{10,83} \cdot 10^6 = 26,3 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{\min} = \frac{M_{\text{изг. min.}}}{W} = \frac{43}{10,83} \cdot 10^6 = 4 \text{ МПа.}$$

Вычислим амплитудное и среднее напряжения при изгибе в сечении I-I

$$\sigma_a = (26,3-4)/2 = 11,15 \text{ МПа}; \quad \sigma_m = (26,3+4)/2 = 15,15 \text{ МПа.}$$

Запас прочности при изгибе в сечении I-I определяется по формуле

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{(K_{\sigma})_d \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m},$$

$$n_{\sigma} = \frac{400}{\frac{3,9}{1,3} \cdot 11,15 + 0,464 \cdot 15,15} = 9,9$$

где, при $r/h = 2/15 = 0,133$ эффективный коэффициент концентрации напряжений с учетом масштабного фактора $(K_{\sigma})_d = 3,9$, $\beta = 1,3$ (обкатка роликами), $\psi_{\sigma} = 0,464$ [2]

Общий запас прочности шатунной шейки в сечении I-I равен

$$n = \frac{n_{\sigma} n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} = \frac{9,9 \cdot 4,27}{\sqrt{9,9^2 + 4,27^2}} = 3,9$$

Список литературы

1. Гоц А.Н. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей / А.Н. Гоц; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 104 с.
2. Гоц А.Н. Расчеты на прочность деталей ДВС при напряжениях, переменных во времени: учеб. пособие / А.Н. Гоц; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 140 с.

МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЭА В СРЕДЕ MATHCAD

Лысенко А. В.

ФГБОУ ВПО «ПГУ», Пенза, Россия

В процессе эксплуатации радиоэлектронная аппаратура (РЭА) подвергается механическим воздействиям, к которым относятся линейные ускорения, вибрации, удары.

Линейные ускорения характерны для всех объектов, движущихся с переменной скоростью. Влияния линейных ускорений на детали и электрорадиоэлементы (ЭРЭ) конструкций аппаратуры обусловлено силами инерции, которые могут во много раз превышать силы тяжести. Линейные перегрузки, за исключением кратковременных, практически не поддаются ослаблению. Поэтому обеспечение работоспособности конструкций может быть достигнуто повышением жесткости и прочности элементов, что, как правило, ведет к увеличению массы конструкций устройства.

Возимая РЭА подвергается ударным и вибрационным воздействиям, возникающим при эксплуатации, транспортировке, монтаже и т.д.

Для уменьшения воздействия вибраций и ударов используют различные способы защиты: увеличивают жесткость конструктивных элементов, используют

конструктивные элементы с увеличенной степенью демпфирования, а так же используют виброизоляторы [1 - 3].

Как показывает опыт эксплуатации транспортируемой РЭА, наибольшее разрушающее воздействие на конструкцию оказывают вибрации [4 - 6]. Как правило, конструкция аппарата, выдержавшая воздействие вибрационных нагрузок в определенном частотном диапазоне, выдерживает ударные нагрузки и линейные ускорения с большими значениями соответствующих параметров [7].

Вибрации особенно опасны тогда, когда частота вибраций совпадает с собственной частотой механических колебаний элемента, что приводит к возникновению резонансных колебаний элементов конструкций аппаратуры. Вследствие этого происходит увеличение амплитуд колебаний в десятки и даже сотни раз и резкий рост интенсивности отказов ЭРЭ за счет механических разрушений несущих конструкций и ЭРЭ [8-11].

Поэтому устранение негативного влияния резонансных колебаний элементов конструкции РЭА или снижение их до допустимого уровня составляют одну из важнейших задач при её эксплуатации.

Проведение эксперимента

Для экспериментального исследования изменения динамических характеристик объекта были проведены испытания в соответствии с методами ГОСТ 20.57.406-81/

Объектом исследования являлась пластина стеклотекстолита фольгированного длиной 280 мм, шириной 80 мм и толщиной 1,5 мм.

Пластина была размечена на 15 равных отрезков, в узлах (точках) которых производились измерения виброперемещений при помощи индукционного вибростра [12, 13]. Внешние вибрационные воздействия задавались с помощью вибростенда ВС-32.

В ходе первого эксперимента производилось определение резонансных частот пластины в диапазоне от 1 до 500 Гц. Для проведения модального анализа объекта исследования были выявлены следующие резонансные частоты: $f_1 = 108$ Гц, $f_2 = 234$ Гц, $f_3 = 462$ Гц (рис. 2).

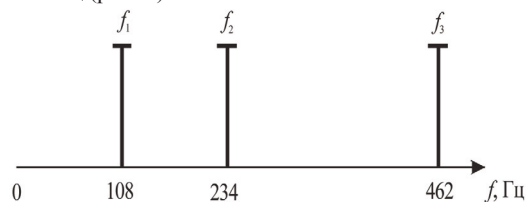


Рисунок 2 – Резонансно-частотная характеристика пластины

При проведении модального анализа на первой резонансной частоте (108 Гц) был установлен максимальный всплеск величины амплитуды в 8-ой точке, значение в которой составляло 6,5 мм.

При проведении модального анализа на второй резонансной частоте (234 Гц) был установлен максимальный всплеск величины амплитуды в 3-ей, 8-й и 13-ой точках, значения в которых составляли 3,2 мм, 3,6 мм и 3,4 мм соответственно.

При проведении модального анализа на третьей резонансной частоте (462 Гц) был установлен максимальный всплеск величины амплитуды в 4-ой, и 12-ой точках, значения в которых составляли 2,1 и 2,2 мм соответственно.

Вывод

При проведении комплексного анализа полученных результатов (рис. 8) были сделаны следующие выводы:

1. На РЭА максимальное влияние оказывает не столько сама вибрация, сколько совпадение собствен-

ных резонансных частот аппаратуры с внешней вибрацией при котором возникает явление резонанса.

2. Максимальная амплитуда перемещения ЭРЭ РЭА находится на первой резонансной частоте.

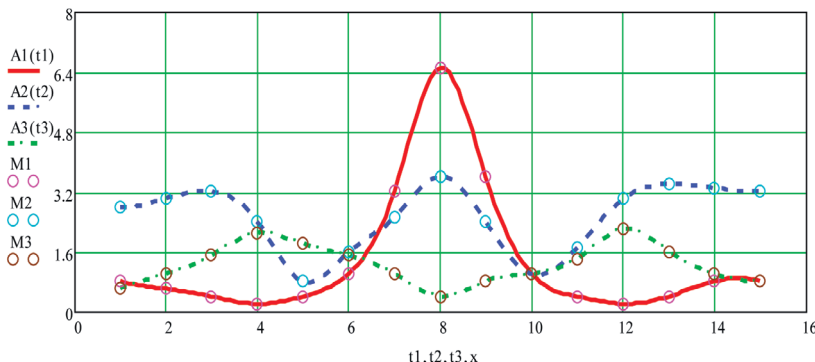


Рисунок 6 – Обобщенный график зависимостей амплитуд вибраций пластины от места производимого измерения на первой (A1(t1)), второй (A2(t2)) и третьей A3(t3) резонансных частотах

Таким образом, было принято решение о необходимости проведения анализа существующих методов виброзащиты, позволяющих устранить влияние резонансных частот на Н²F.

Список литературы

1. Техника для спецслужб. Бюро Научно-Технической Информации [Электронный ресурс] Средства криптографической защиты телефонных переговоров /. Режим доступа: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=2661&tbl=04.03.07.01>.
2. Юрков, Н.К. Основы теории надежности электронных средств : учеб. пособие / Н.К. Юрков, А.В. Затылкин, С.Н. Полесский, И.А. Иванов, А.В. Лысенко. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – 100 с.
3. Лысенко, А.В. Анализ особенностей применения современных активных систем виброзащиты для нестационарных РЭС / А.В. Лысенко, Г.В. Таньков, Д.А. Рындин // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 155-158.
4. Затылкин, А.В. Система управления проектными исследованиями радиотехнических устройств / А.В. Затылкин // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Вычислительный центр им. А. А. Дородницына Российской академии наук. Москва, 2012.
5. Лысенко, А.В. Анализ современных систем управления проектами / А.В. Лысенко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 371-372.
6. Божко А. Пассивная и активная виброзащита судовых механизмов / А. Божко / Судостроение, 1987. -176 с.
7. Затылкин, А.В. Алгоритм проведения проектных исследований радиотехнических устройств опытно-теоретическим методом / А.В. Затылкин, И.И. Кочегаров, Н.К. Юрков // Надежность и качество: тр. Междунар. симп. Том 1 / под ред. Н. К. Юркова. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2012. – С. 365-366.
8. Лысенко, А.В. Анализ особенностей применения современных активных систем виброзащиты для нестационарных РЭС / А.В. Лысенко, Г.В. Таньков, Д.А. Рындин // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 155-158. Лысенко, А.В. Особенности разработки типологии устройств амортизации радиоэлектронных средств на основе фасетной структуры / А.В. Лысенко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 151-155.
9. Затылкин, А.В. Алгоритм и программа расчета статически неопределимых систем амортизации бортовых РЭС с кинематическим возбуждением / А.В. Затылкин, А.В. Лысенко, Г.В. Таньков // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2013. Т. 1. С. 223-225.
10. Затылкин, А.В. Архитектура ИКОС с внешним объектом изучения / А.В. Затылкин, Н.К. Юрков, И.Д. Граб, В.Б.Алмаматов, В.А.Трусов // Надежность и качество: Труды международного симпозиума. Том 1 / Под ред. Н.К. Юркова – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2010, с. 31-33.
11. Кочегаров, И.И. Обзор систем сквозного проектирования печатных плат радиоэлектронных средств / И.И. Кочегаров, И.М. Трифоненко, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 396-399.
12. Затылкин, А.В. Индукционный виброметр с датчиком сейсмического типа / А.В. Затылкин, Г.В. Таньков, Д.А. Рындин // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 135-143.
13. Затылкин, А.В. Моделирование изгибных колебаний в стержневых конструкциях РЭС / А.В. Затылкин, Г.В. Таньков, // На-

дежность и качество: Труды международного симпозиума / Под ред. Н.К. Юркова – Пенза: ИИЦ ПГУ, 2006, с. 320-323.

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ
МИКРОКЛИМАТА КАК ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛИЦ**

Лысенко А.В., Меркульев А.Ю., Кочегаров И.И.
ФГБОУ ВПО «ПГУ», Пенза, Россия

Повышение энергоэффективности и снижение затрат на производство сельскохозяйственной продукции в теплицах является актуальной задачей стоящей перед владельцем теплицы. Обеспечить решение этой задачи невозможно без организации документальной инфраструктуры теплицы, одним из главных элементов которой является система микроклимата.

Для достижения высокой урожайности и качества продукции в теплицах необходимо создавать оптимальные климатические условия для растений. В связи с тем, что теплицы подвержены внешним климатическим воздействиям, необходимо чтобы постоянно проводились измерения всех климатических параметров, и была организована эффективная обратная связь.

Это возможно только благодаря автоматизированным системам управления (АСУ) микроклиматом теплиц. Существуют множество различных АСУ зарубежных производителей таких стран, как Голландии (PRIVA, HORTIMAX, SERCOM, HOOGENDORN), Израиля (ELDAR-GAL), Германии (KRIWAN, BRNKMANN) и др. В России известна АСУ Фито-агро. Для создания требуемых параметров микроклимата в помещении АСУ применяют различные системы вентиляции, кондиционирования воздуха, отопительные устройства и т.д.

Однако серьёзной и полностью не решенной на данный момент проблемой всех систем обеспечения микроклимата является повышенная инерционность исполнительных устройств. Это приводит, при изменении внешних воздействий на теплицу, система запаздывает в ходе установления оптимальных параметров микроклимата как во всей теплице, так и (в случае большой площади теплицы) в отдельной её части. В свою очередь такое запаздывание вызывает повышенный расход электроэнергии, затрачиваемой