

ВЫБОР МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКЦИИ ПЕЧАТНОГО УЗЛА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Вериго К. А.

Алексеев В. Ф. – канд. техн. наук, доцент

В статье производится сравнение метода конечных элементов и метода конечных разностей для построения математической модели колебания конструкции печатного узла. Дается описание применения данных методов.

Большое число существующих методов расчета динамических характеристик механических конструкций основано на применении теории упругости [1].

Для расчета сложных механических конструкций с любым распределением массы, локальных жесткостей и узлов крепления широкое применение нашли метод конечных элементов, метод продолжения, метод конечных разностей, метод интегро-дифференциальных уравнений [2].

При использовании метода конечных элементов в каждом узле модели ПУ должно быть три неизвестных перемещения (прогиб и два угла поворота), тогда как в методе конечных разностей всего лишь одна неизвестная (прогиб), что дает ему превосходство во времени решения задачи при одинаковом количестве узлов сетки. Однако для достижения одинаковой точности в методе конечных разностей необходимо использовать более мелкую сетку, что с одной стороны увеличивает время расчета, но с другой стороны позволяет более точно задавать расположение электро-радио изделий (ЭРИ) на плате в координатах линий сетки.

Метод конечных разностей основан на приближенной замене системы дифференциальных уравнений или интегро-дифференциальных уравнений для сеточной модели конструкции системой алгебраических уравнений, при этом частные производные по координатам для любого узла стержня заменяются приближенными выражениями через перемещения окружающих его узлов сетки. В частотной области легко получить систему конечно-разностных уравнений в перемещениях узлов, перейдя в область комплексных чисел. Для решения таких систем уравнений на ЭВМ имеются стандартные программы.

Способы замены частных производных по координатам отличаются различной точностью приближения к истинному значению производной. Точность приближения зависит от количества учитываемых членов при разложении производной в ряд [3].

В методе конечных разностей относительная погрешность убывает с уменьшением шага между узлами, причем убывает не медленнее, чем квадрат шага. Достоинством метода конечных разностей является то, что системы алгебраических уравнений, полученных по методу сеток, имеют симметричные ленточные матрицы, что позволяет при машинном расчете экономить время решения и память ЭВМ. Так как неизвестными в системе уравнений являются лишь перемещения узлов, объем матрицы коэффициентов получается сравнительно небольшим.

Алгебраические уравнения, полученные по методу интегро-дифференциальных уравнений, не обладают ленточной структурой матрицы, поэтому для построения алгебраических уравнений, имеющих ленточную матрицу, используют видоизмененные интегро-дифференциальные уравнения с ядрами релаксации (закон затухания колебаний), имеющими максимальное значение вблизи рассматриваемой точки и быстро затухающими по мере удаления от этой точки. Однако, выбор ядер релаксации представляет собой сложную задачу для таких сильно неоднородных конструкций как печатные узлы, поэтому применять метод интегро-дифференциальных уравнений не имеет смысла [4].

Исходя из сказанного для построения расчетных математических моделей вибрации конструкций ПУ наиболее подходит метод конечных разностей.

Список использованных источников:

- [1] Прочность, устойчивость, колебания: Справочник в 3-х томах. - т.1/Под ред.И.А.Биргера, Я.Г.Пановко. - М.: Машиностроение, 1968. - 831с.
- [2] Мяченков В.И. и др. Расчеты машиностроительных конструкций методом конечных элементов: Справочник. М.: Машиностроение, 1989.-520 с.
- [3] Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике: Пер.с англ. - М.: Мир, 1975. -541с.
- [4] Шалумов А.С. Информационная технология ранних этапов проектирования конструкций РЭС с учетом внешних механических воздействий: Дисс. докт. техн. наук.-М.: МГИЭМ, 1999.