DOI: 10.17117/na.2016.04.02.193

<http://ucom.ru/doc/na.2016.04.02.193.pdf>

Поступила (Received): 02.04.2016

Ларин Д.А., Черных М.Ю., Трунина О.Е. Моделирование сложения колебаний в Mathsoft MathCAD

Larin D.A., Chernykh M.Yu., Trunina O.E.
Oscillation addition simulation in Mathsoft MathCAD

Рассматриваются возможности применения пакета прикладных математических программ Mathsoft MathCAD для моделирования сложения двух взаимно перпендикулярных колебаний. Приводятся примеры построения фигур Лиссажу с различными параметрами с помощью графического процессора Mathsoft MathCAD

Ключевые слова: сложение колебаний, фигуры Лиссажу, Mathsoft MathCAD

In the present article the possibility of Mathsoft MathCAD application for oscillation addition simulation is considered. The examples of Lissajous figure graphs with different parameters in Mathsoft MathCAD are given

Key words: oscillation addition, Lissajous figure, Mathsoft MathCAD

Ларин Дмитрий Александрович

Студент

Рязанский институт (филиал) университета машиностроения

г. Рязань, ул. Колхозная, 2 А

Larin Dmitriy Alexandrovich

Student

Ryazan institute (branch) of university of mechanical engineering

Ryazan, Kolkhoznaya st., 2 A

Черных Михаил Юрьевич

Студент

Рязанский институт (филиал) университета машиностроения

г. Рязань, ул. Колхозная, 2 А

Chernykh Mikhail Yurievich

Student

Ryazan institute (branch) of university of mechanical engineering

Ryazan, Kolkhoznaya st., 2 A

Трунина Ольга Евгеньевна

Кандидат физико-математических наук, доцент

Рязанский институт (филиал) университета машиностроения

г. Рязань, ул. Колхозная, 2 А

Trunina Olga Evgenievna

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

Ryazan institute (branch) of university of mechanical engineering

Ryazan, Kolkhoznaya st., 2 A

Колебательные явления различной природы часто встречаются в повседневной жизни, находят широкое применение в науке и технике. При изучении физики колебательных процессов различной природы обнаружилось, что эти процессы нельзя свести друг к другу, несмотря на внешнее сходство, но они могут описываться одинаковыми уравнениями.

На практике часто возникают задачи исследования сложения колебаний. По определению, это предусматривает определение закона, которым описываются результирующие колебания системы в тех случаях, когда она участвует в нескольких колебательных процессах одновременно. Обычно рассматривается сложение колебаний одинакового направления и сложение взаимно перпендикулярных колебаний.

Целью настоящей работы, которая проводилась в рамках научно-исследовательской работы по физике студентами I курса направления подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль подготовки «Технология машиностроения»), являлось моделирование сложения колебаний в пакете прикладных математических программ Mathsoft MathCAD.

MathCAD широко применяется в учебном процессе, т.к. он удобен для решения инженерно-технических и математических задач. Основное достоинство этого пакета – простота использования: описание математической модели и алгоритма вычислений в MathCAD максимально приближено к привычной для исследователя и не требует дополнительного изучения языка программирования. Благодаря обширной библиотеке встроенных функций, текстовому редактору и мощному графическому процессору MathCAD является универсальным инструментом для математического моделирования в инженерно-технических задачах.

При моделировании сложения колебаний рассматривали сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Такие задачи могут возникать при изучении механических колебаний различных маятников, в том числе физических (этой моделью обычно описываются обрабатываемые детали или элементы обрабатывающего оборудования в машиностроении), а также при сравнении частот колебаний в радиотехнике, при настройке осциллографа и т.д. При этом в случае кратных частот колебаний должны возникать замкнутые траектории, которые называются фигурами Лиссажу [1]. Фигуры Лиссажу вписываются в прямоугольник, центр которого совпадает с началом координат, а стороны параллельны осям координат OX и OY и расположены по обе стороны от них на расстояниях, соответственно равных амплитудам колебаний. Отношения частот $p\omega$ и $q\omega$ складывающихся колебаний равно отношению числа касаний соответствующей им фигуры Лиссажу со стороной прямоугольника, параллельной оси OY , и со стороной, параллельной оси OX .

Для построения фигуры Лиссажу в MathCAD задали пользовательские функции:

$$x(\alpha) = R * \cos\left(\frac{\alpha}{180} * \pi\right), y(\alpha) = R * \sin\left(\frac{3\alpha}{180} * \pi\right).$$

Задали массив для углов $\alpha := 0..360*2$, радиусу присвоили значение $R := 10$.

С помощью панели инструментов «Графики» («Graph») [2], на которой представлены как двумерные графики (график в декартовых координатах («XY Plot») и полярный график), так и трехмерные графики, выбрали двумерный график. В шаблоне графика в полях ввода указали $x(\alpha)$ для оси абсцисс и $y(\alpha)$ для оси ординат. Результат показан на рисунке 1.

В простейшем случае равенства обоих частот фигуры Лиссажу представляют собой эллипсы. Если частоты не совпадают точно, то разность фаз постоянно меняется, вследствие чего эллипс непрерывно искажается. При близких частотах продольных и поперечных колебаний фигуры Лиссажу могут быть довольно сложными.

Рис. 1. Построение фигуры Лиссажу

Рис. 2. Вид фигуры Лиссажу при переменном радиусе

Если амплитуда колебаний не постоянна, а также зависит от параметра (частоты), то результат сложения колебаний имеет еще более сложный вид. Например, при законе изменения радиуса $R(\alpha) = \cos\left(\frac{2\alpha}{180} \cdot \pi\right) \cdot \sin\left(\frac{2\alpha}{180} \cdot \pi\right)$ и соотношении частот 1 : 3 получается фигура, представленная на рисунке 2.

Таким образом, математическое моделирование фигур Лиссажу позволило студентам подробнее ознакомиться с возможностями построения графиков в MathCAD, глубже изучить раздел «Колебания и волны» в рамках курса физики и сделать представления о сложении колебаний более наглядными, сформировать соответствующие компетенции будущих специалистов и получить необходимые навыки самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

Список используемых источников:

1. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Academia, 2008.
2. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия. СПб.: БХВ-Петербург, 2009.