

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «КОЛЕБАНИЯ В МАШИНАХ» И ЕЕ ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Кудин В.В., Астахов Э.И., Кудин М.В.

The contents of partitions of the program of discipline «Vacillatings in machines» and its computer data support on laboratory operations is reduced.

Учебная дисциплина «Колебания в машинах» относится к общетехническим дисциплинам, изучающим динамику машин и механизмов с упругими звеньями, работа которых сопровождается механическими колебаниями (вибрациями). Задачи данного курса состоят в исследовании различных механических колебаний в машинах, их физическом и математическом моделировании, выявлении параметров машины, вызывающих колебания, разработке методик расчета этих колебаний, изучении и анализе эффективности различных методов виброзащиты машин и человека.

Усвоение теоретического курса закрепляется и расширяется при решении конкретных задач на лабораторных занятиях. В лаборатории студент непосредственно наблюдает колебательные процессы реальных машин или их моделей, применяет теоретические знания курса к решению конкретных технических задач, знакомится с методами и измерительной аппаратурой по исследованию вибрации, получает навыки самостоятельной работы с измерительными приборами, испытательными стендами, применяет ЭВМ для обработки и анализа колебаний.

Учебная программа «Колебания в машинах» рекомендуется для студентов технических университетов по профилю образования «Техника и технология», Учебными планами которых предусматривается изучение курса «Колебания в машинах» в объеме 50 часов аудиторных занятий, которые состоят из 36 часов лекционных занятий и 16 часов лабораторных работ.

Дисциплина «Колебания в машинах» состоит из 4 разделов, которые в свою очередь состоят из 17 тем. Раздел 1 содержит четыре темы. Тема 1 включает вопросы вводного характера: динамическая система машины, ее основные элементы, показатели динамического качества, степень устойчивости, быстродействие, точность, долговечность и эквивалентные динамические системы, виды колебаний в машинах.

Тема 2 «Упругая система машины» рассматривает упругие и диссипативные свойства элементов машины, характеристики упругих сил, нелинейности при деформации, особенности упругой системы металлорежущего станка.

Тема 3 «Механические воздействия в машинах» включает классификацию воздействий, выделение источника колебаний и объекта виброзащиты. Рассматриваются как стационарные, так и нестационарные, полигармонические, случайные и ударные механические воздействия с учетом рабочих процессов происходящих, например, при резании.

Тема 4 «Динамические модели механических систем» включает вопросы по выбору динамических систем машины и созданию математической модели в виде системы дифференциальных уравнений. Формируется понятие устойчивости динамической системы машины.

Раздел 2 программы включает 6 тем и посвящен колебаниям механических систем с одной и многими системами свободы. Исследуются собственные и вынужденные колебания, рассматриваются собственные частоты, явление резонанса, амплитудно-фазочастотные характеристики, главные координаты, влияние сопротивления на собственные колебания, нелинейные колебания, параметрические колебания и автоколебания в машинах. В этом же разделе рассмотрены динамические характеристики колебательной системы. Даны понятия

кинематических и динамических передаточных функций, частотные характеристики, критерии устойчивости (частотные Найквиста и Михайлова и др.).

Раздел 3 «Исследование вибрационных процессов в машиностроении» состоит из четырех тем и включает теоретические положения по вибрационному транспортированию материалов, а также особенностями вибрационных технологических машин и процессов в машиностроении.

Раздел 4 «Виброзащита машин и человека», включающий шесть тем и посвящен разработке схем и теории расчета виброзащитных устройств машины. Особое внимание уделено влиянию вибрации на человека, допустимым санитарным нормам, контролю уровня вибрации машины, способам и средствам виброизоляции человека – оператора.

Цикл лабораторных работ по курсу «Колебания в машинах» состоит из девяти лабораторных работ:

- 1) определение жесткостных и диссипативных параметров упругих элементов машин;
- 2) определение экспериментальным путем (на вибростенде) собственных частот элементов машин;
- 3) исследование и расчет колебательной системы с одной степенью свободы при внешнем полигармоническом воздействии;
- 4) исследование колебаний системы с двумя степенями свободы;
- 5) исследование параметрических колебаний механической системы с рычажным механизмом;
- 6) исследование фрикционных автоколебаний;
- 7) определение уровней виброскорости (виброускорения) на рабочих местах и в местах контакта оператора с ручной машиной;
- 8) определение параметров и исследование эффективности линейного виброизолятора;
- 9) динамическое гашение колебаний и расчет параметров инерционного виброгасителя.

В связи с ограниченностью имеющегося лабораторного оборудования и практической невозможностью закупки нового, а также с необходимостью наглядно продемонстрировать различные сложные механические (в частности виброакустические) процессы в машинах, возрастает роль компьютерных анимационных технологий как для демонстрации виртуальных механических процессов, так и для автоматизированной обработки и анализа результатов.

На примере учебного курса «Колебания в машинах» показана возможность виртуальных лабораторных работ с анимацией колебательных процессов в машинах на персональном компьютере. Так, в лабораторной работе № 5 «Анализ колебаний одномассовой системы при внешнем полигармоническом воздействии» на компьютере осуществляется разложение заданного внешнего периодического силового воздействия в гармонические составляющие ряда Фурье, рассчитываются параметры и исследуются собственные и вынужденные колебания с демонстрацией влияния, как каждой составляющей, так и результирующих колебаний. Аналогично в работе № 6 для механической системы машины с 2-мя степенями свободы на компьютере и рассчитываются, и демонстрируются как сами колебания отдельных масс, графики их виброперемещений и виброскоростей, так и формы колебаний частотных составляющих (рис. 1), фазовых траекторий (рис. 2), что позволяет сделать вывод об устойчивости колебаний.

Аналогичные демонстрационно-анимационные возможности компьютера используются и в работе № 8 по исследованию фрикционных колебаний в машине, и в работе № 10 по определению параметров и анализу эффективности виброизоляции машин. В работе № 8, задавая различные варианты, как постоянной скорости ведущей гайки, так и параметры фрикционной пары, можно на экране дисплея компьютера наблюдать характер изменения прерывистого движения суппорта станка. Этим самым можно для отдельных студентов организо-

вать более сложные исследовательские работы по анализу различных параметров на плавность движения суппортов металлорежущих станков. В работе № 10 предусмотрена добавочная подпрограмма по оптимизации параметров виброизоляции для получения минимальных вибраций машины при заданном полигармоническом силовом или кинематическом вибровозмущении.

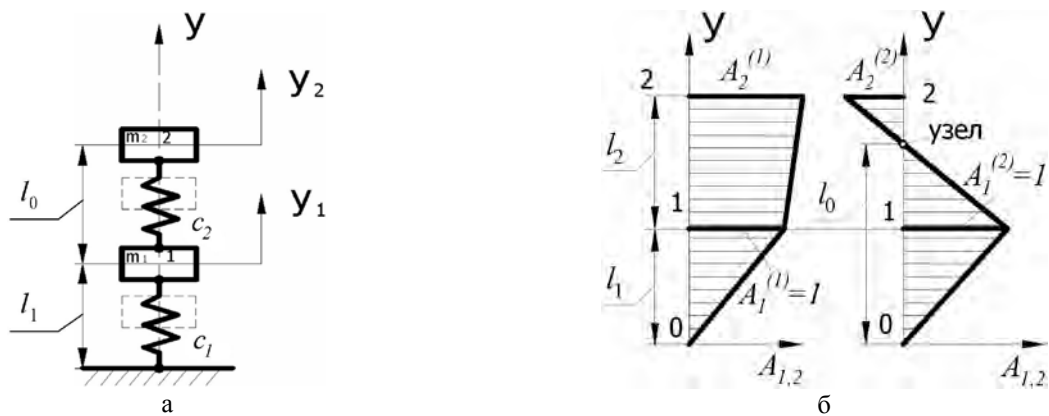


Рис. 1. Колебательная система и формы собственных колебаний

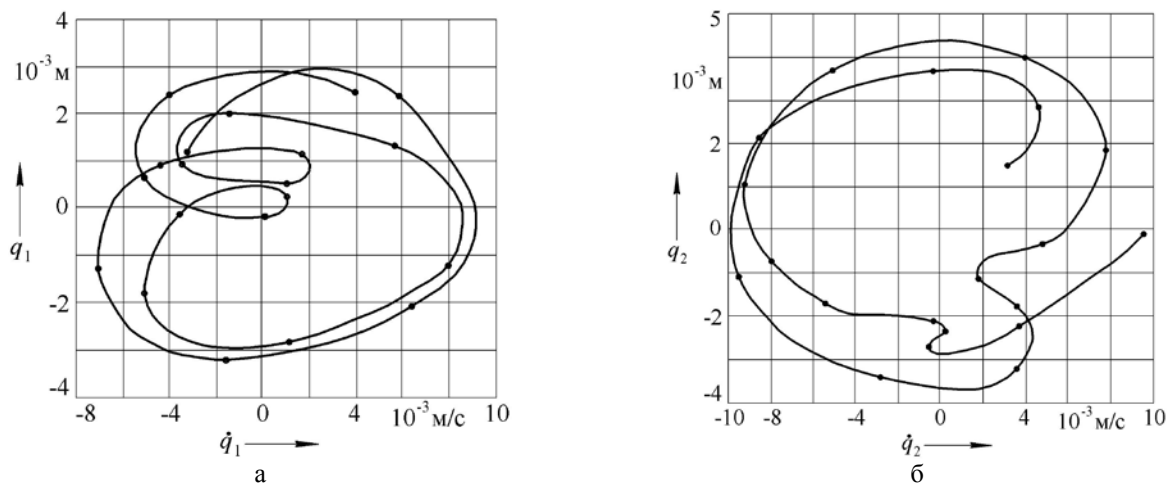


Рис. 2. Изображение колебаний на фазовой плоскости

Программы экранного сопровождения во всех этих работах составлены в виде многовариантных указаний и пояснений по каждому шагу расчетов, т.е. направляют работу студента без участия преподавателя с демонстрацией результатов выбранного варианта и его оценки.

В дальнейшем при подключении к сети «Интернет» возможен как дистанционный доступ студентов, в частности заочников, к самостоятельной отработке лабораторных работ, так и межвузовский обмен работами, отсутствующими в другом Вузе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудин В.В., Астахов Э.И. Колебания в машинах и методы их устранения: Учебно-методич. пособие для студентов машиностроительных спец. – Мн.: БГПА, 1997. – 130с.
2. Колебания в машинах: лабораторные работы для студентов машиностроит. спец. / сост.: Э.И. Астахов, М.В. Кудин. – Мн.: БНТУ, 2005. – 93с.