

УДК 534.01:621.1

**РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ
ДЛЯ АНАЛИЗА КОЛЕБАНИЙ ПРИВОДОВ МАШИН
С ЦИКЛОВЫМИ МЕХАНИЗМАМИ***М.В. ПРЕОБРАЖЕНСКАЯ***(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)**

Колебательные процессы, возникающие в современных быстроходных машинах, являются существенным лимитирующим фактором, влияющим на производительность, качество продукции, долговечность и надежность оборудования, условия работы человека-оператора. Цикловые механизмы, как составная часть колебательной системы, одновременно являются источником возбуждения и объектом виброзащиты, что требует при анализе создания специальных алгоритмов и компьютерных программ.

В данной статье приводится краткое описание целевого назначения компьютерных программ, созданных в последние годы на кафедре теоретической и прикладной механики Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна для анализа сложных колебательных систем машинных агрегатов. Большинство описываемых ниже программ связано с проблемой снижения виброактивности цикловых машин текстильной и легкой промышленности, в которых программные движения рабочих органов реализуются посредством рычажных, кулачковых и других цикловых механизмов. Для колебательных систем приводов данного класса свойственны переменность параметров и наличие существенных нелинейностей.

Программы делятся на две группы. К первой группе отнесены программы, базирующиеся на аналитических методах. Здесь в основном использованы динамические модели машинного агрегата и его элементов, рассмотренные в монографии [1], анализ

которых опирается на методах условного осциллятора, предложенный И.И. Вульфсоном [1], [2]. Ко второй группе отнесены программы, в которых наряду с аналитическим подходом использованы приемы компьютерного моделирования, базирующиеся на численных методах.

Программы разработаны под операционную систему Windows на языке программирования Visual C++. Программы интерактивны. Варьирование исходных параметров производится без остановки программ с помощью кнопок и мыши непосредственно с экрана монитора. В целях облегчения изложения ниже использованы для дискретных элементов динамических моделей следующие условные обозначения: J , m – инерционные элементы; Π – геометрическое преобразование координат, осуществляемое цикловым механизмом; s – зазор.

1. Программа для расчета колебаний цикловых механизмов общего вида.

(9.08.01 №2001611011. Авторы: Преображенская М.В., Вульфсон И.И.).

Программа предназначена для динамического анализа ряда динамических моделей цикловых механизмов. При математическом моделировании используются уравнения Лагранжа 2-го рода с избыточными координатами. В программе использован матричный способ, позволяющий автоматизировать процедуру составления систем дифференциальных уравнений [3].

2. Программа для расчета привода стола иглопробивной машины.

(27.01.2000 №2000610065. Авторы: Пре-

ображенская М.В., Вульфсон И.И., Габибова М.М.)

Программа предназначена для исследования частот и форм свободных колебаний и вынужденных колебаний привода стола иглопробивной машины. Динамическая модель исследуемого привода стола иглопробивной машины представляет собой крутильно-изгибную систему с семью степенями свободы. В модели учитываются зазоры в кинематических парах. На экран монитора по желанию пользователя выводятся графики исследуемых параметров: частот, форм колебаний, графики вынужденных колебаний для различных обобщенных координат [4].

3. Программа для расчета колебаний привода машин при комплексном представлении упругодиссипативных характеристик.

(27.01.04 №2004610297. Авторы: Преображенская М.В., Вульфсон И.И.).

Программа предназначена для анализа цепных колебательных систем, образованных механизмами циклового действия и их приводами, при математическом моделировании которых использовался модифицированный метод начальных параметров и комплексная форма описания частотно-независимых диссипативных сил.

4. Программа для расчета вынужденных колебаний регулярной системы с фазовым сдвигом кинематического возмущения (27.01.04 №2004610298. Авторы: Преображенская М.В., Вульфсон И.И., Дятлова П.А.).

Программа предназначена для расчета амплитудно-частотной характеристики разветвленного привода регулярной структуры при наличии фазовых сдвигов между идентичными цикловыми механизмами, связанными общим распределительным валом. Наряду с динамической моделью с дискретными параметрами использована континуальная модель [5].

5. Программа для расчета колебаний цикловых механизмов кольцевой структуры.

(9.08.01 №2001611010. Авторы: Преображенская М.В., Вульфсон И.И.).

Программа предназначена для исследования собственных частот, форм колебаний и вынужденных колебаний привода исполнительного звена, связанного с главным ва-

лом посредством заданного числа цикловых механизмов. Каждый механизм представлен соединением дискретных элементов $J - П - с - m - \dots$. (Данная модель, в частности, соответствует приводу рабочих органов основовязальных, вязально-прошивных и ряда других машин) [1].

6. Программа для расчета колебаний привода кольцевой структуры, состоящего из нескольких подсистем, соединенных цикловыми механизмами. (Авторы: Преображенская М.В., Вульфсон И.И.).

Программа предназначена для частотного и модального анализа системы, состоящей из главного вала и произвольного количества подсистем с распределенными параметрами, связанных между собой цикловыми механизмами с дискретными параметрами [1].

7. Программа для расчета колебаний цикловых механизмов блочно-кольцевой структуры с поступательно движущимся ведомым звеном.

(Авторы: Преображенская М.В., Вульфсон И.И.).

Программа предназначена для исследования частот и форм свободных колебаний и построения амплитудно-частотной характеристики на базе динамических моделей, состоящих из произвольного числа блоков. Каждый блок состоит из поступательно движущейся массы, приводимой от главного вала двумя цикловыми механизмами, представленными в виде подсистемы $П - с - m$.

8. Программа для расчета колебаний, возбуждаемых при перекладке в зазорах вращательных кинематических пар плоских рычажных механизмов.

(28.04.06 №2006611470. Авторы: Преображенская М.В., Вульфсон И.И.).

Программа предназначена для моделирования механических колебаний, возбуждаемых при перекладке в зазорах шарниров плоских рычажных механизмов при учете изменения величины и направления реакций. Предусмотрена возможность определения амплитудного уровня возбуждаемых колебаний, пульсации собственных частот и критериальной оценки условий динамической устойчивости, лимитирующих возникновение виброударных режимов [6].

9. Программа для расчета колебаний, возбуждаемых при перекладке в зазорах шаровых кинематических пар пространственных рычажных механизмов. (28.04.06 №2006611471. Авторы: Преображенская М.В., Вульфсон И.И.).

Программа предназначена для комплексного моделирования механических колебаний, возбуждаемых из зазоров в шаровых кинематических парах пространственных рычажных механизмов. (Подробнее см. программу 8) [7].

10. Программа для расчета колебаний привода многомодульной структуры, включающего блоки цикловых механизмов с зазорами.

(17.10.06 №2006613608. Авторы: Преображенская М.В., Вульфсон И.И.).

Программа предназначена для исследования вынужденных колебаний динамических моделей, состоящих из произвольного числа блоков с учетом зазоров в кинематических парах. Каждый блок состоит из поступательно движущейся массы, приводимой к главному валу двумя механизмами, представленными в виде соединения элементов $P - c - s - m$.

11. Синтез закона движения толкателя и кулачкового механизма с учетом упругости толкателя. (28.07.98 №980452. Автор: Преображенская М.В.).

Программа предназначена для анализа и синтеза закона движения толкателя кулачкового механизма с последующей демонстрацией влияния различных параметров на искажения заданных кинематических характеристик. Программа позволяет с помощью мыши управлять законом движения толкателя и добиваться в интерактивном режиме минимизации уровня колебаний, возбуждаемых при работе кулачкового механизма [1].

12. Программа для расчета колебаний привода с учетом динамической характеристики двигателя и зазоров в кинематических парах. (Авторы: Преображенская М.В., Вульфсон И.И.).

Программа предназначена для исследования вынужденных колебаний привода с учетом динамической характеристики двигателя и зазоров в кинематических парах [1].

13. Демонстрационная программа. Автор: Преображенская М.В.).

Программа предназначена для демонстрации различных видов колебательных процессов при изложении в вузах соответствующих разделов динамики машин (свободные и вынужденные колебания системы с одной и с двумя степенями свободы, переход через резонанс, динамический гаситель колебаний, параметрические колебания, автоколебания, виброизоляция привода и др.)

ВЫВОДЫ

Применительно к задачам динамики машин текстильной и легкой промышленности дано описание целевого назначения 13 компьютерных программ расчета колебаний в приводах с цикловыми механизмами. Программы позволяют в интерактивном режиме варьировать исходными параметрами колебательной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вульфсон И. И. Колебания машин с механизмами циклового действия. – Л.: Машиностроение, 1990.
2. Вульфсон И. И. О колебаниях систем с параметрами, зависящими от времени // Прикладная математика и механика. – 1969, №2, т.33. С. 331...337.
3. Вульфсон И. И., Преображенская М. В. Об одном алгоритме построения математических моделей с цикловых механических систем // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2002. №1. С. 8...14.
4. Вульфсон И. И., Габимова М. М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №5. С.65...68.
5. Вульфсон И. И. Колебания квазирегулярных систем, образованных идентичными цикловыми механизмами с фазовыми сдвигами кинематического возмущения // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2003. №3. С.17...24.
6. Вульфсон И.И., Преображенская М.В. Параметрические импульсы при безударной перекладке в зазорах рычажных механизмов // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1995, №5. С.24...31.
7. Вульфсон И.И., Преображенская М.В. Математическая модель и частотные характеристики пространственного рычажного механизма с учетом зазоров в шарнирах // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1997, №2. С.8...15.

Рекомендована кафедрой теоретической и прикладной механики. Поступила 25.12.06.