

СТЕНД ДЛЯ АНАЛИЗА СТОЯЧИХ ВОЛН В ВИБРОУДАРНОЙ СИСТЕМЕ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ УДАРНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Крупенин В.Л.

Учреждение Российской академии наук Институт машиноведения им. А.А.Благонравова

РАН

Москва, Россия

Изучение виброударных систем с распределенными ударными элементами – модельных объектов, заменивших традиционные системы с классическими ударными парами требует разработки специального лабораторного оборудования, позволяющего при анализе учесть протяженность анализируемых объектов. Ниже на примере стенда “Аллигатор-Т”, разработанного в ИМАШ РАН описывается пример такого приборного комплекса, входящего в семейства стендов «Аллигатор» и позволяющего анализировать движения систем с точечными ограничителями хода.

1. Приведем краткое описание стенда “Аллигатор-Т”. В качестве распределенного упругого элемента в экспериментальной установке использован резиновый жгут. Один конец жгута жестко связан с установленным на станине датчиком силы, измеряющим составляющую натяжения жгута в направлении перпендикулярном его оси. Сигнал с датчика, пропорциональный углу поворота жгута в заделке, регистрировался осциллографом. Второй конец жгута связан с якорем электродинамического возбудителя поперечных колебаний жгута. Питание возбудителя осуществляется от генератора электрических колебаний. Конструкция креплений жгута допускает регулировку натяжения жгута с целью изменения его собственных частот. Точечные ограничители выполнены в виде тонких стержней, установленных перпендикулярно плоскости колебаний жгута на каретке, позволяющей изменять зазор между жгутом и ограничителями. Конструкция стенда допускает изменение количества ограничителей и их положения относительно жгута вдоль его оси.

Формы жгута и их трансформации в процессе колебаний фотографировались фотоаппаратом в освещении вспышек стробоскопической лампы, получающей питание от анализатора движения. Приводимые результаты отвечают случаям, когда 1-я собственная частота струны длиной $l=52\text{см}$ составляет (в отсутствие соударений) $f=33\text{Гц}$, а ограничители установлены с зазором $d=12\text{ мм}$. В экспериментах обнаружены частотные зоны возбуждения нелинейных волн, профили которых составлены из прямолинейных отрезков, образующих различные конфигурации в зависимости от числа и расположения точечных ограничителей.

2. В момент максимального отклонения от ограничителя, когда все точки струны неподвижны, конфигурация волны имеет вид равнобедренного треугольника. При движении

в пределах зазора форма волны принимает вид равнобокой трапеции, боковые стороны которой неподвижны, а малое основание движется с постоянной скоростью, увеличиваясь по длине при движении к центральному положению и уменьшаясь при движении от центрального положения. Заметим, что аналогичные волны наблюдались в экспериментах при анализе движений распределенных систем с протяженным ограничителем и многомассных дискретных систем с множественными параллельными ударными парами. После достижения малым основанием трапеции ограничителей точка касания останавливается, и конфигурация волны изменяется: трапеция раздваивается, как бы обтекая ограничитель. В конечном положении, в котором все точки жгута останавливаются, форма жгута имеет вид треугольных зубцов с боковыми сторонами, сходящимися к точкам расположения ограничителей. При этом форма жгута всегда симметрична относительно его середины.

3. Динамические эффекты. Как и в других случаях экспериментального и (или) теоретического изучения нелинейных волновых процессов в распределенных виброударных системах проделанные опыты выявили аналогию между поведением традиционных виброударных систем с одной сосредоточенной ударной парой и рассматриваемыми системами с точечными ограничителями при реализации в последних описанных выше типов стоячих волн.

При этом наблюдаются следующие динамические эффекты. *Затягивание по частоте. Двухзначность амплитудно-частотных характеристик. Срывы колебаний. Жесткий запуск*, а также некоторые другие.

Литература

1. Крупенин В.Л. К расчету резонансных колебаний гибкой нити, взаимодействующей с точечным ограничителем хода // Проблемы машиностроения и надежности машин. 1992. №2. С.29-36.
2. Асташев В.К., Крупенин В.Л., Тресвятский А.Н. Экспериментальное исследование синхронизации ударов в распределенных системах с параллельными ударными парами// ДАН. 1996. Т.351. №1. С. 44-47.
3. Babitsky V.I., Krupenin V.L. Vibration of Strongly Nonlinear Discontinuous Systems.- Berlin. Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 2001. – 404 p.p.