

## НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ЗАДАЧАХ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ВИБРАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

ВЬОНГ КУАНГ ЧЫК

*Иркутский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация*

**Введение.** Вибрационные технологические машины широко применяются в транспортировке материалов, сортировке сыпучих сред, а также при вибрационном упрочнении и модификации свойств обрабатываемых изделий. Важнейшими задачами являются обеспечение эффективности функционирования технологических машин, повышение надежности работы их узлов и обеспечение безопасности обслуживающего персонала. Рассмотрение, оценка и контроль в таких случаях требует изменения динамических состояний с помощью специальных средств [1]. Исследования последних лет показали, что динамические свойства механических колебательных систем, даже в линейных представлениях, существенным образом зависят от таких факторов, как введение дополнительных связей, учет одновременного действия нескольких возмущений и др., что инициирует развитие новых направлений научных исследований, в том числе связанных с развитием и применением методов структурного математического моделирования. Ряд результатов в этом направлении представлен в [2–4].

Вместе с тем необходимо отметить, что многие вопросы динамики механических колебательных систем, отображающие особенности технологических процессов, реализуемых вибрационными машинами, еще не получило должного уровня физической детализации представлений о процессах взаимодействия элементов систем. В частности, это связано с поиском и разработкой конструктивно-технических решений, реализуемых путем введения дополнительных связей, учетом совместности действия внешних возмущений, а также проявлениями новых динамических эффектов.

В докладе развивается метод построения математических моделей для вибрационных технологических машин, отображаемых механическими колебательными системами с двумя степенями свободы, создающими для рабочих органов вибрационные поля определенной структуры.

**1 Описание особенности математической модели.** Расчетная схема вибростенда приведена на рисунке 1. Рабочий орган вибростенда в виде твердого тела массой  $M$  и моментом инерции  $J$  опирается на упругие элементы (линейные пружины) с коэффициентами жесткости  $k_1$  и  $k_2$ .

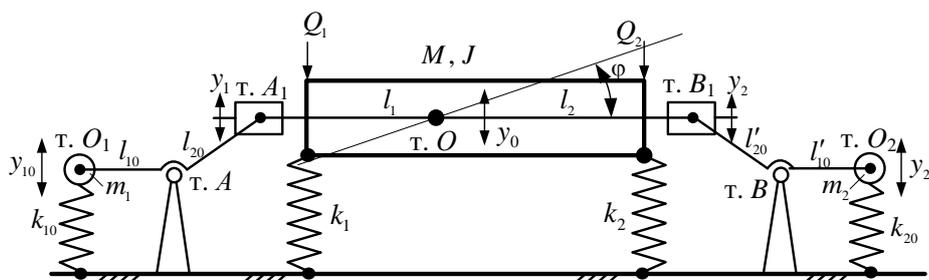


Рисунок 1 – Принципиальная схема вибростенда инерциального возбуждения с рычажными корректорами

Для построения структурной математической модели были использованы известные подходы и методы преобразований Лапласа (рисунок 2).

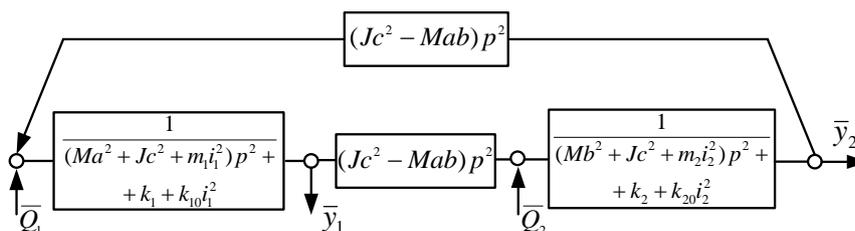


Рисунок 2 – Структурная математическая модель (структурная схема) механической колебательной системы по рисунку 1

Автором для оценки возможностей построения структуры вибрационного поля использована передаточная функция межпарциальных связей:

$$W_{12}(p) = \frac{\bar{y}_2}{\bar{y}_1} = \frac{(Ma^2 + Jc^2 + m_1 i_1^2) p^2 + k_1 + k_{10} i_1^2 + (Jc^2 - Mab) p^2}{(Mb^2 + Jc^2 + m_2 i_2^2) p^2 + k_2 + k_{20} i_2^2 + (Jc^2 - Mab) p^2}. \quad (1)$$

При построении коэффициента связности амплитуд колебаний (1) рабочего органа учитывается совместное действие двух внешних сил. Технология выбора параметров вибрационной машины предполагает возможности изменения параметров дополнительных связей в виде рычажных механизмов, имеющих возможность регулирования значений приведенных масс и передаточных отношений рычажных механизмов.

**2 Особенности динамических свойств системы.** Разработана методика выбора параметров, при которых коэффициент связности амплитуд колебаний [выражение (1)] приравнивается единице. Такой вариант структуры вибрационного поля может использоваться в конкретных технологических процессах. Подход, предлагаемый автором, позволяет также и другие формы реализации структуры вибрационного поля.

**Заключение.** На основе проведенных исследований показано, что вибрационное поле вибрационной технологической машины формируется под действием нескольких факторов, которые определяют одновременно совместного действия нескольких силовых возмущений, несимметричностью инерционных и упругих свойств механической системы, наличием дополнительных связей и др.

Автором предлагается метод формирования структуры и параметров вибрационного поля технического объекта на основе введения дополнительных связей, реализуемых рычажными механизмами. Разработана технология построения математических моделей для оценки возможностей корректировки и настройки вибрационных полей путем выбора параметров дополнительных связей. Показано, что использование передаточных функций парциальных связей дает возможность получения аналитических соотношений параметров системы, обеспечивающих необходимый режим функционирования, в том числе и с возможностями реализации режима создания однородного поля, не зависящего от частоты силового возмущения, что требуется для многих технологических и транспортных объектов.

Показаны возможные использования метода и технологий его реализации для формирования структур вибрационных полей частного вида, когда определенные условия распределения амплитуд колебаний точек рабочего органа создаются в ограниченных частотных границах.

#### Список литературы

- 1 Елисеев, С. В. Прикладная теория колебаний в задачах динамики линейных механических систем / С. В. Елисеев, А. И. Артюнин. – Новосибирск : Наука, 2016. – 459 с.
- 2 Патент 2654276 RUS, МПК F16F 15/04, F16F 7/08. Способ динамического гашения колебаний тягового двигателя локомотива и устройство для его осуществления / С. В. Елисеев, А. В. Елисеев, Е. В. Каимов, Р. С. Большаков, Е. В. Филатов, А. С. Миронов, К. Ч. Вьонг. – 2017109361 ; заявл. 20.03.2017 ; опубл. 17.05.2018. Бюл. № 14.
- 3 Некоторые возможности динамического гашения колебаний в системах с несколькими степенями свободы / С. В. Елисеев [и др.] // Вестник Брянского гос. технич. ун-та. – 2017. – № 1(54). – С. 290–301.
- 4 Кинаш, Н. Ж. Связность движения элементов и формы внешних воздействий: математические модели взаимодействий в цепных структурах / Н. Ж. Кинаш, В. Б. Кашуба, К. Ч. Вьонг // Системы. Методы. Технологии. – Братск. – 2016. – № 4(32). – С. 28–38.

УДК 539.3, 539.8

## МОДЕЛЬ НЕСТАЦИОНАРНЫХ УПРУГОДИФFUЗИОННЫХ КОЛЕБАНИЙ БАЛКИ ТИМОШЕНКО

У. С. ГАФУРОВ, А. В. ЗЕМСКОВ

Московский авиационный институт (НИУ)

Д. В. ТАРЛАКОВСКИЙ

НИИ механики МГУ им. М. В. Ломоносова, Российская Федерация

Рассматривается задача о нестационарных колебаниях балки Тимошенко. Схема приложенных сил и изгибающих моментов, а также ориентация осей прямоугольной декартовой системы координат представлена на рисунке 1.