

ОСОБЕННОСТИ БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Р. С. БОЛЬШАКОВ

Иркутский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

С. К. КАРГАПОЛЬЦЕВ

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Российская Федерация

В процессе эксплуатации технические объекты подвергаются влиянию различного рода факторов, препятствующих их безопасному функционированию. К таким причинам можно отнести перепады температуры, повышенный уровень шума, вибрации различного характера. В частности, вибрационные процессы сопровождают работу двигателей, компрессорного оборудования и других агрегатов. Для оценки и контроля колебаний необходимо формирование методологических основ учета особенностей динамического состояния транспортных и технологических машин [1–3]. Динамическое состояние оценивается с использованием различных методов, из которых можно отметить структурное математическое моделирование, когда с расчетной схемой рассматриваемого технического объекта в виде механической колебательной системы сопоставляется динамический аналог – структурная схема системы автоматического управления [4–6]. Уменьшение влияния вибраций или формирование необходимых режимов работы технологических машин связано с созданием новых конструкций вибрационных машин [7] и новых подходов в оценке динамического состояния [8].

В предлагаемом докладе рассматривается введение дополнительных сложных геометрических конструкций в структуру технических объектов для обеспечения требуемых технологических режимов.

I Общие положения. Постановка задачи.

Расчётная схема технического объекта по рисунку 1 представляет собой механическую колебательную систему с сосредоточенными параметрами с двумя степенями свободы. Предполагается, что расчётная схема (физическая модель системы) совершает малые колебания относительно положения статического равновесия или установившегося движения, которое рассматривается в системе координат y_1, y_2 , связанных с неподвижным базисом. Рабочий орган технологической машины выполнен в виде механической замкнутой цепи, в структуре которой твёрдое тело массой M и моментом инерции J занимает центральное положение. Рабочий орган опирается на рычажные механизмы (рычаги, находящиеся в шарнирных соединениях, обозначенных как тт. A_1 – A_4, B_1 – B_4). В тт. A_3 и B_3 рабочий орган имеет контакты с упругими элементами, обладающими жесткостями k_1 и k_2 ; параллельно этим элементам используются управляемые пневмоупругие опоры с демпферными камерами.

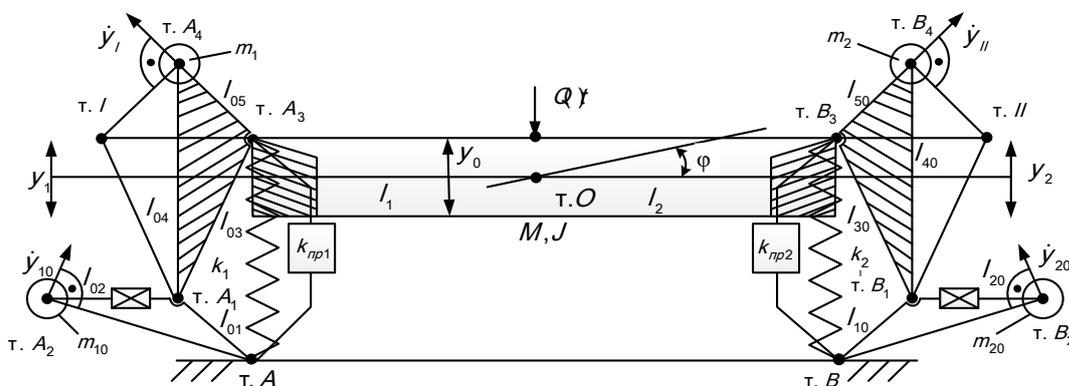


Рисунок 1 – Расчётная схема технического объекта

Определение скоростей $\dot{y}_1, \dot{y}_2, \dot{y}_{10}, \dot{y}_{20}$ производится с использованием представлений о мгновенных центрах скоростей, что требует геометрических построений. Необходимые данные

приводятся на схемах (рисунок 2). Нужная информация о конструктивных параметрах (углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ и $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$; длины звеньев $l_{01}, l_{02}, l_{03}, l_{04}, l_{10}, l_{20}, l_{30}, l_{40}$ и др.) является исходной и определяются исходя из конструктивно-технических соображений, связанных с проектными решениями.

II Оценка возможностей управления динамическим состоянием системы.

На основании системы уравнений в операторной форме может быть построен динамический аналог исходной расчётной схемы в виде структурной схемы системы автоматического управления [3] (см. рисунок 2).

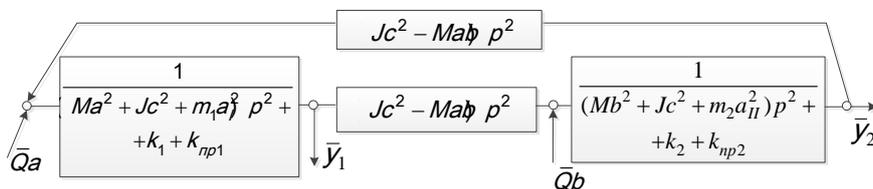


Рисунок 2 – Структурная схема исходной системы

Большими возможностями в оценке динамического состояния вибрационной технологической машины, в плане выбора и оценки динамических режимов, обладает подход, основанный на использовании передаточной функции межпарциальных связей

$$W_{12}(p) = \frac{\bar{y}_2}{\bar{y}_1} = \frac{b \left[(Ma^2 + Jc^2 + m_1 a_I^2 + m_{10} a_{10}^2) p^2 + k_1 + k_{np1} \right] - a (Jc^2 - Mab) p^2}{a \left[(Mb^2 + Jc^2 + m_2 a_{II}^2 + m_{20} a_{20}^2) p^2 + k_2 + k_{np2} \right] + b (Jc^2 - Mab) p^2}. \quad (1)$$

Выбор и настройка вибрационного технологического комплекса осуществляется варьированием значений масс пригрузов m_1, m_2, m_{10} и m_{20} и возможностями длин плеч рычагов l_{10} и l_{20} , что формирует значения настроечных массоинерционных коэффициентов $a_1, a_{II}, a_{10}, a_{20}$. Кроме того, в случае необходимости могут использоваться возможности дросселирования каналов упругих и демпферных камер пневмоупругих опор.

Введение дополнительных элементов, формирующих сложные структуры, позволяет корректировать параметры системы с целью получения специфических динамических режимов функционирования технических объектов транспортного и технологического назначения. Полученная передаточная функция межпарциальных связей, построенная с использованием структурных подходов, позволяет формировать технологические режимы без угловых колебательных движений.

Список литературы

- 1 **Бабичев, А.П.** Основы вибрационной технологии / А. П. Бабичев, И. А. Бабичев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов н/Д : Изд. центр ДГТУ, 2008. – 693 с.
- 2 Методология системного анализа в задачах оценки, формирования и управления динамическим состоянием технологических и транспортных машин / С. В. Елисеев [и др.]. – Новосибирск : Наука, 2021. – 679 с.
- 3 **Елисеев, С. В.** Прикладной системный анализ и структурное математическое моделирование (динамика транспортных и технологических машин: связность движений, вибрационные взаимодействия, рычажные связи) : монография / С. В. Елисеев. – Иркутск : ИрГУПС, 2018. – 692 с.
- 4 О возможностях использования дополнительных связей инерционного типа в задачах динамики технических систем / С. В. Елисеев [и др.] // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2016. – № 5 (112). – С. 19–36. – DOI : 10.21285/1814-3520-2016-5-19-36.
- 5 **Елисеев, С. В.** Передаточные функции механической колебательной системы. Возможности оценки приведенной жесткости / С. В. Елисеев, Е. А. Паршута, Р. С. Большаков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 1. – С. 11–18.
- 6 Рычажные связи: возможности формирования динамических состояний в механических колебательных системах / С. В. Елисеев // Транспорт Урала. – 2020. – № 3 (66). – С. 17–23.
- 7 Определение частот собственных колебаний механических колебательных систем: особенности использования частотной энергетической функции / С. В. Елисеев [и др.] // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2016. – № 6(113). Ч. I. – С. 26–33. – DOI : 10.21285/1814-3520-2016-6-26-33.
- 8 **Большаков, Р.С.** Особенности вибрационных состояний транспортных и технологических машин. Динамические реакции и формы взаимодействия элементов / Р. С. Большаков. – Новосибирск : Наука. 2020. – 411 с.