

СТРУКТУРА ВОЗМУЩЕНИЙ, ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ И УЗЛОВЫЕ ТОЧКИ В ОЦЕНКЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Елисеев А.В., Миронов А.С.

Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия

Ключевые слова: динамические связи, динамические состояния, механические колебательные системы, передаточные функции, узловые точки, связность движений.

Аннотация. Проводится анализ взаимосвязей между возмущениями, частотами колебаний и узловыми точками колебаний твердых тел в задачах оценки динамических состояний технических объектов. Рассматриваются подходы к формированию и коррекции динамических состояний в условиях интенсивных нагрузок. Разработано средство для определения частот колебаний, что способствует повышению динамического качества взаимодействия элементов вибрационных технологических машин.

THE STRUCTURE OF EXCITATIONS, OSCILLATION FREQUENCIES AND NODAL POINT IN THE ASSESSMENT OF THE DYNAMIC STATES OF TECHNICAL OBJECTS

Eliseev A.V., Mironov A.S.

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia

Keywords: dynamic connections, dynamic states, mechanical oscillatory systems, transfer functions, nodal points, connectivity of movements.

Abstract. The analysis of the interrelationships between perturbations, oscillation frequencies and nodal points of vibrations of solids in the tasks of assessing the dynamic states of technical objects is carried out. Approaches to the formation and correction of dynamic states in conditions of intense loads are considered. A tool has been developed to determine the oscillation frequencies, which contributes to improving the dynamic quality of interaction between the elements of vibrating technological machines.

Введение. В последние годы рост требований к качеству вибрационных процессов в машиностроении обращают внимание на качество динамических взаимодействий элементов технологических машин, включая рабочие органы в виде массивных твердых тел [1]. Эффективность вибрационных технологий, помимо наработанных опытным путем практических представлений о нелинейных эффектах, определяется уровнем развития линейных моделей технических объектов, а также способами и средствами управления динамическими взаимодействиями элементов [2].

Одним из ключевых подходов к формированию динамических состояний элементов вибрационных технологических машин в рамках структурного подхода является учет дополнительных связей между внешними возмущениями, определяющими форму вибрационного поля [3]. Традиционные подходы к оценке равномерности вибрационного поля

рабочего органа основаны на использовании вибромаркеров и оценке частот колебаний с помощью специальных электрических датчиков. Вместе с тем, в агрессивных условиях производственных помещений возникает необходимость разработки неприхотливых устройств в виде механических колебательных систем [4]. Исследования посвящены разработке средств оценки динамических характеристик рабочих органов вибрационных технологических машин на основе связей, возникающих в механических колебательных системах в условиях внешних возмущений [5].

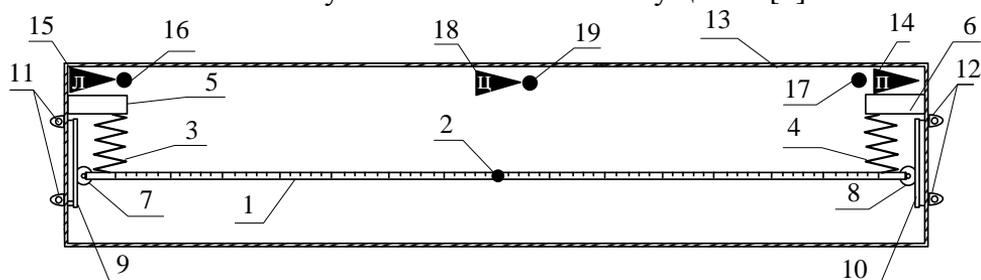


Рис. 1. Устройство для оценки динамических характеристик: 1 – инерционный элемент, 2 – центр тяжести, 3, 4 – пружины, 5, 6 – кронштейны, 7, 8 – ролики, 9, 10 – ограничители, 11, 12 – крепежи, 13 – корпус, 14, 15, 18 – вибромаркеры, 16, 17, 19 – контрольные точки

Для разработки технологии оценки динамических состояний используется структурный подход, при котором механической колебательной системе, используемой как расчетная схема технического объекта, сопоставляется структурная схема эквивалентной системы автоматического управления. Разработана методология оценки динамических состояний рабочих органов вибрационных машин на основе аналитических соотношений, учитывающих частоту колебаний и положение узлов колебаний. Методология позволяет получать технические решения для определения частот колебаний рабочих органов с учетом координат узлов колебаний (рис. 1). Предложенное решение неприхотливо к условиям производств для вибрационных стендов упрочнения деталей авиационной и космической техники [5]. Подход может быть обобщён для оценки положений узлов колебаний твёрдых тел на основе известных частот колебаний системы, что является методом оценки форм вибрационных полей рабочих органов технологических машин.

Список литературы

1. Пановко Г.Я. Динамика вибрационных технологических процессов. – М.-Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных технологий, 2006. – 176 с.
2. Елисеев А.В., Кузнецов Н.К., Московских А.О. Динамика машин. Системные представления, структурные схемы и связи элементов. – М.: Инновационное машиностроение, 2019. – 318 с.
3. Eliseev S.V., Eliseev A.V. Theory of oscillations. Structural mathematical modeling in problems of dynamics of technical objects. – Cham, 2019. – 521 p.

4. Eliseev A.V. Structural Mathematical Modeling Applications in Technological Machines and Transportation Vehicles. – Hershey, PA: IGI Global, 2023. – 288 p.
5. Патент №2820169 РФ. Устройство и способ для оценки динамических состояний рабочих органов вибрационных технологических машин / А.В. Елисеев, Р.С. Большаков, А.В. Николаев, А.С. Миронов. – Заявка №2023118923 от 17.07.2023; опубл. 30.05.2024, Бюл. №16.

References

1. Panovko G.Ya. Dynamics of vibrational technological processes. – M.-Izhevsk: SRC Regular and chaotic dynamics, Institute of Computer Technologies, 2006. – 176 p.
2. Eliseev A.V., Kuznetsov N.K., Moskovskikh A.O. Dynamics of machines. System representations, block diagrams and connections of elements. – M.: Innovative mechanical engineering, 2019. – 318 p.
3. Eliseev S.V., Eliseev A.V. Theory of oscillations. Structural mathematical modeling in problems of dynamics of technical objects. – Cham, 2019. – 521 p.
4. Eliseev A.V. Structural Mathematical Modeling Applications in Technological Machines and Transportation Vehicles. – Hershey, PA: IGI Global, 2023. – 288 p.
5. Patent No. 2820169 RU. Device and method for evaluating the dynamic states of the working bodies of vibrating technological machines / A.V. Eliseev, R.S. Bolshakov, A.V. Nikolaev, A.S. Mironov. – Appl. No. 2023118923 from 17.07.2023; publ. 30.05.2024, Bul. No. 16.

Елисеев Андрей Владимирович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры математики	Eliseev Andrey Vladimirovich – candidate of technical sciences, associate professor of Department of mathematics
Миронов Артем Сергеевич – соискатель, НОЦ современных технологий, системного анализа и моделирования eavsh@ya.ru	Mironov Artem Sergeevich – applicant, REC of modern technologies, system analysis and modeling

Received 31.10.2024