DOI: 10.17117/na.2016.03.03.067

<http://ucom.ru/doc/na.2016.03.03.067.pdf>

Поступила (Received): 28.03.2016

Елисеев А.В., Елисеев С.В., Нгуен Д.Х. Некоторые подходы в задачах формирования вибрационного поля технологических машин

Eliseev A.V., Eliseev S.V., Nguyen D.H.
Some approaches to the formation problems
of the vibrational field of technological machines

Рассматриваются вопросы построения системы управления характеристиками вибрационного поля технологической машины для упрочнения поверхностей длинномерных деталей с помощью рабочей среды из стальных шариков. Для обеспечения возможности управления динамическим качеством вибрационного процесса разработана математическая модель содержащая устройство преобразования движения, позволяющее варьировать приведенные инерционные свойства системы. Предложен способ измерения вибрационного поля с помощью датчиков, фиксирующих признаки взаимодействия рабочей среды и поверхности обрабатываемого изделия

Ключевые слова: вибрационное упрочнение, математическая модель, вибрационное поле

Елисеев Андрей Владимирович

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Иркутский государственный университет путей сообщения
г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15

Елисеев Сергей Викторович

Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник
Иркутский государственный университет путей сообщения
г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15

Нгуен Дык Хуинь

Аспирант
Иркутский государственный университет путей сообщения
г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15

Approaches to a problem of management of a vibration field of a technological machine are considered. The mathematical model which considers possibility of change of the given inertial properties of system is developed. The way of measurement of a vibration field by means of sensors for an assessment of level of interaction of a working environment and a surface of the processed product is offered

Key words: vibration hardening, mathematical model, vibration field

Eliseev Andrey Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Irkutsk state transport university
Irkutsk, Chernyshevsky st., 15

Eliseev Sergey Viktorovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Principal Researcher
Irkutsk state transport university
Irkutsk, Chernyshevsky st., 15

Nguyen Huynh

Graduate
Irkutsk state transport university
Irkutsk, Chernyshevsky st., 15

Динамическое качество технологических вибрационных процессов, в ходе которых рабочая среда взаимодействует с поверхностью обрабатываемого изделия, определяется требованиями по отношению к движению рабочего органа такими параметрами как однородность, одномерность и т.д. Подобного рода задачи рассматривались в работах [1], а так же в работах [2-3].

В предлагаемой статье рассматривается подход к разработке системы управления вибрационным полем технологической машины. Целью предлагаемого исследования является разработка средств настройки и контроля вибрационного поля технологической машины для обеспечения динамического качества процесса на основе приведенных инерционных свойств.

Математическая модель вибрационного стенда, реализующего процесс вибрационного упрочнения, представлена линейной моделью малых колебаний твердого тела с двумя степенями свободы, помещенного на упругие элементы (рис.1) [4]. Основные положения модели сформулированы в работе [5].

**Рис. 1. Расчетная схема вибрационной технологической машины:
1-твердое тело вибрирующей поверхности, 2 – элемент
рабочей среды, 3-неподвижная опора**

Настройка вибрационного стенда (рис.1) сведена к тому, что варьируемые параметры вибростенда (масса вибраторов, жесткости упругих элементов и др.) подобраны так, что амплитуда и частота колебания рабочего органа соответствуют технологическим требованиям однородности и одномерности. Частота, обеспечивающая соответствующие требования, имеет вид [4]:

$$\omega_0^2 = \frac{1}{M + L} \left(k_0 + k_1 + k_2 + \frac{l_2 k_2 - l_1 k_1}{l_0} \right) \quad (1)$$

Для контроля состояния вибрационного поля в фиксированной точке разработан датчик определения граничных параметров взаимодействия тел в вибрационных системах [6] (рис.2).

В зависимости от режима работы вибростенда датчик, установленный на вибрирующую поверхность, генерирует сигналы, которые отражают характер взаимодействия рабочей среды с вибрирующей поверхностью (рис.3).

Для управления вибрационным полем предложен способ, заключающийся в том, что на рабочий орган вибростенда устанавливается одновременно 4 датчика. Схема расположения датчиков учитывает особенности колебания рабочего органа как твердого тела, совершающего при гармоническом возбуждении сложное колебательное движение (рис. 4).

Рис. 2. Датчик определения граничных параметров взаимодействия тел в вибрационных системах:

1 – корпус, 2 – инерционный элемент, 3 – пьезоэлемент, 4 – крепеж, 5 – опорная рабочая поверхность вибрационной технологической машины

Рис. 3. Характерный сигнал с датчика определения граничных параметров взаимодействия тел в вибрационных системах

Рис. 4. Принципиальная схема вибростенда в виде твердого тела, совершающего вертикальные колебания: 1 – датчики, 2 – вибрирующая поверхность, 3 – пригрузки, 4 – направляющие, 5 – упругие элементы

Для варьирования вибрационного поля предложено изменять приведенные характеристики устройства преобразования движения, накладывающего

дополнительные связи, и массоинерционные характеристики рабочего органа путем перераспределения пригрузов, перемещающихся вдоль направляющих. Представлен подход к построению системы управления вибрационным полем технологических машин с крупногабаритным рабочим органом образованным твердым телом [7-10].

Список используемых источников:

1. Вибрации в технике. Т.4. М.: Машиностроение. 1981. 504 с.
2. Пановко Г.Я. Динамика вибрационных технологических процессов. РХД. М. Ижевск. 2006, 158 с.
3. Копылов Ю.Р. Динамика процессов виброударного упрочнения: монография. Воронеж: Научная книга, 2011. 568 с.
4. Елисеев А.В., Мамаев Л.А., Ситов И.С. Некоторые подходы к обоснованию схемы инерционного возбуждения в технологических вибрационных машинах // Системы. Методы. Технологии. 2015. № 4 (28). С. 15-24.
5. Елисеев А.В., Сельвинский В.В., Елисеев С.В. Динамика вибрационных взаимодействий элементов технологических систем с учетом неударяющих связей: монография // Новосибирск: Наука, 2015. 332 с.
6. Елисеев С.В., Артюнин А.И., Каимов Е.В., Елисеев А.В. Датчик определения граничных параметров взаимодействия тел в вибрационных системах (патент). Патент на полезную модель 148250. Российская Федерация. МПК G01P 15/09(2006/01), Опубликовано: 27.11.2014. Бюл. №33.
7. Хоменко А.П., Елисеев С.В., Елисеев А.В. Динамика вибрационных взаимодействий элементов технологических систем с учетом неударяющих связей // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2015. № 3 (47). С. 8-17.
8. Елисеев А.В., Кашуба В.Б., Каимов Е.В. Измерительные устройства для фиксации условий вибрационного взаимодействия при неударяющих связях // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 4 (24). С. 13-20.
9. Елисеев А.В., Пнев А.Г., Кашуба В.Б., Ситов И.С. Неударяющие связи в динамических взаимодействиях сыпучей среды и вибрирующей поверхности: научно-методологическое обоснование технологии вибрационного упрочнения // Системы. Методы. Технологии. БрГУ. №3(23). Братск. 2014. С. 17-31.
10. Елисеев А.В., Елисеев С.В. Математические модели динамики вибрационных взаимодействий элементов технологических систем с учетом неударяющих связей. Иркутск, 2015. ВИНТИ 21.01.2015 № 14- В2015.