

2. The Hybrid Effective Modules of Viscoelastic Composites [Electronic resource] / A. A. Svetashkov [et al.] // Key Engineering Materials : Scientific Journal. — 2017. — Vol. 743 : High Technology: Research and Applications (HTRA 2016). — [P. 217-222]. — Title screen. — Доступ по договору с организацией – держателем ресурса. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.743.21>

3. Modification of polymeric materials for 3D printing of external panels of nanosatellites [Electronic resource] / D. Isaeva [et al.] // MATEC Web of Conferences. — 2017. — Vol. 102 : Space Engineering. — [01022, 5 p.]. — Title screen. — Свободный доступ из сети Интернет. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201710201022http://earchive.tpu.ru/handle/11683/37970>

4. Обработка распечатанных 3D-моделей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3dtoday.ru/wiki/processing_models/ (дата обращения 10.04.2017).

5. Материалы для 3D-печати: АБС-пластик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.foroffice.ru/articles/73602/> (дата обращения: 10.04.2017).

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СПОСОБ ЧАСТОТНОГО АНАЛИЗА КОЛЕБАНИЙ ДВУХОПОРНОГО СТЕРЖНЯ

Ф.Ю. Кузнецов, аспирант гр. А7-24

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, г.Томск, пр.Ленина,30,
Тел. 8-961-886-6664
E-mail: kuznetsov_f@mail.ru*

Вибрационные процессы в технике играют как позитивную, так и негативную роль. В связи с этим возникает проблема адекватного теоретического и экспериментального исследования вибраций конкретных механизмов [1,2,3].

Целью настоящей работы является теоретическое обоснование метода электромагнитной вибродиагностики, позволяющего определить набор собственных поперечных колебаний двухопорного стержня (рис. 1).

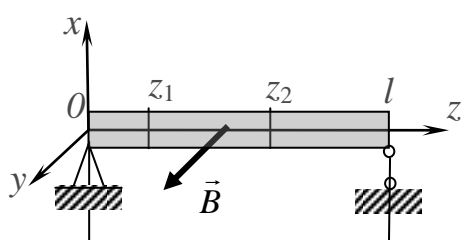


Рис. 1 – Двухопорный стержень в магнитном поле

Такой моделью представляются разнообразные конструкции, применяемые в технике. Для экспериментального определения собственных частот колебаний конструкций обычно

используются пьезоэлектрические вибродатчики. Частоты вибраций измеряются в одной точке. При этом невозможно определить весь спектр частот системы с распределенными парам

В монографии [4] получено дифференциальное уравнение поперечных колебаний электропроводного стержня, находящегося во внешнем магнитном поле:

$$EJ \left(\frac{\partial^4 u}{\partial z^4} + \beta^* \frac{\partial^5 u}{\partial z^4 \partial t} \right) + m_0 \left(\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \beta \frac{\partial u}{\partial t} \right) + \frac{\sigma B^2 A}{l} \int_{z_1}^{z_2} \frac{\partial u}{\partial t} dz = 0 \quad (1)$$

Здесь $u(z,t)$ - динамическая функция смещений, зависящая от продольной координаты и времени; EJ - изгибная жесткость стержня; β - коэффициент внешнего демпфирования, зависящий от свойств окружающей среды; β^* - демпфирующий коэффициент, зависящий от свойств материала стержня; m_0 - погонная масса стержня; σ - проводимость материала стержня; B - магнитная индукция внешнего магнитного поля, действующего на участке $\Delta z = z_2 - z_1$; l - длина стержня; A - площадь поперечного сечения стержня. Последний член в уравнении (1) соответствует электромагнитной силе.

Дифференциальное уравнение в частных производных (1) с помощью процедуры Фурье сводится к системе обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\ddot{q}_r + (\beta + \beta^* p_r^2) \dot{q}_r + p_r^2 q_r = -\mathbf{St} \frac{\gamma_r}{\alpha_r Y_r^*} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\gamma_n}{\alpha_n} \dot{q}_n, \quad (2)$$

где q_r - обобщенные координаты системы, и введены обозначения:

$$X_r = \sin \frac{rp}{l} z \text{ - собственные амплитудные функции двухопорного стержня;}$$

$$\gamma_r = \alpha_r \int_{z_1}^{z_2} X_r dz; \gamma_n = \alpha_n \int_{z_1}^{z_2} X_n dz; Y_r^* = \int_0^l X_r^2 dz; \alpha_r^4 = \frac{p_r^2 m_0}{EJ}; \mathbf{St} = \frac{\sigma B^2}{\rho p_1}$$

характеризующее отношение магнитной силы к силе инерции.

В результате анализа системы дифференциальных уравнений (2) определены собственные частоты ω_n и собственные амплитудные формы $X_n(z)$ вибраций стержня с учетом граничных условий. При этом показано, что всегда имеются группы колебаний, не подвергающиеся электромагнитному воздействию – изолированные колебания. Набор изолированных колебаний зависит от ширины и расположения участка, в пределах которого действует магнитное поле (активный участок).

В монографии [4] предложен электромагнитный способ частотного анализа колебаний проводящих механических систем. Его суть состоит в следующем: в электрическую цепь, замыкающую концы стержня, включается анализатор электрических сигналов. При поперечных колебаниях стержня в магнитном поле, в нем индуцируется переменный электрический ток с набором частот, соответствующим неизолированным собственным частотам вибрации стержня.

Ширина и расположение активного участка выбирается в зависимости от набора частот, которые требуется определить. Факторы затухания, с учетом внутреннего демпфирования, являются частотно зависимыми:

$$\tilde{h}_r = \frac{1}{2} \left(\beta + \beta^* r^2 + \mathbf{St} \frac{\gamma_r^2}{\alpha_r^2 Y_r^*} \right), \quad (r = 1, 2, \dots). \quad (3)$$

Частота реальной системы находится по формуле:

$$p_r^* = \sqrt{p_r^2 - \frac{(\beta + \beta^* p_r^2)^2}{4}}, \quad (r = 1, 2, \dots). \quad (4)$$

Предложенный способ позволяет одновременно определять требуемую группу собственных частот. На основе изложенной теории можно сконструировать новый тип вибродатчика, который удобно применять при исследовании вибраций конструкций, находящихся во внешних магнитных полях.

Список литературы:

1. Петрухин В.В., Петрухин С.В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации: учебное пособие. – Москва: Инфра-Инженерия, 2010 – 176с.
2. Томилин А.К., Байзакова Г.А. Управление частотами колебаний упругих электромеханических систем. «Вестник Томского государственного университета. Математика и механика», 2012. – № 3(19).– С. 87-92.
3. Томилин А.К., Байзакова Г.А. Электромагнитный способ подстройки частоты вибрметра. «Изв. вузов. Физика», 2012.– № 6/2.– С. 244-247.
4. Томилин А.К. Колебания электромеханических систем с распределенными параметрами. – Усть-Каменогорск, 2004 – 286сю

**ЕМКОСТНОЙ НАКОПИТЕЛЬ ЭНЕРГИИ
НА СУПЕРКОНДЕНСАТОРАХ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА**

*А.И. Горшенина, А.И. Поморцев, студенты гр. 5Г4Б ИШЭ
(НИ ТПУ) г. Томск*

Научные руководители: С.Н. Кладиев – канд. техн. наук, доцент.

В наше время аккумуляторные технологии значительно шагнули вперёд, если сравнивать с прошлым десятилетием. Но все равно аккумуляторные батареи приходится часто менять, так как они имеют небольшой ресурс. Идея использовать конденсатор вместо аккумуляторной батареи пришла давно, проводились эксперименты с электрическими конденсаторами. Электрические конденсаторы обладают значительной ёмкостью, но её не хватает для длительного питания нагрузки, при этом имеет место значительный ток утечки, обусловленный особенностями конструкции, а также наличие эквивалентной последовательной индуктивности (*ESL*), и сопротивления (*ESR*). Технологии развиваются, и, как следствие, был изобретен ионистор – конденсатор, который имеет сверхбольшую ёмкость – от единиц, до десятков тысяч фарад. Ионисторы с ёмкостью единицы фарад используются в портативной электронике, для обеспечения бесперебойного питания слаботочных цепей, например, микроконтроллеров. Ионисторы с большой ёмкостью используются в паре с аккумуляторными батареями для питания электродвигателей. В таком случае ионистор уменьшает нагрузку на аккумуляторные батареи, что значительно повышает срок эксплуатации и одновременно увеличивает пусковой ток, который способна выдать эта установка.

Места, где могут использоваться ионисторы, практически безграничны. В радиотехнике они применяются как кратковременные и комбинированные источники тока: в вычислительной, звуковой и видеотехнике, мобильных телефонах, в аппаратуре проводной связи, в медицинских и бытовых электроприборах, в часах, электронных играх, в ксеноновых вспышках