

Список літератури: 1. Ярута О.М., Кузенко В.Г., Ярута В.О. Опис на винахід UA 59557 кл. НО2К5/16, F16C35/00/ Литий корпус міжсекційного підшипника електричної машини. Опубл. Бюл. № 9, 2003 р. 2. Триботехническое материаловедение и триботехнология / Н.Е. Денисова, В.А. Шорин, И.Н. Гонтарь и др. – Пенза: Изд. гос. ун-та, 2006. – 248 с. 3. Пономаренко О.И. Повышение качества отливок из высоколегированного чугуна / О.И. Пономаренко, А.А. Радченко, А.М. Ярута и др. // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Литье – 2010». 22 – 23 апреля 2010. Запорожье. Украина. 2010. – С. – 160 – 161. 4. Збільшення твердості металу виливок з нікель-марганцевого високолегованого чавуну / А.М. Ярута, І.І. Білоконь, О.О Радченко і ін. – Харків. ХЦНТЕІ, 2010, № 02. – 4с. 5. Валитов А.М.-З. Приборы и методы контроля толщины покрытий / А.М.-З. Валитов, Г.И. Шилов – Л.: Машиностроение. 1970. – 240 с. 6. ТУ4-76. Граммометры. РС0.210619ТУ. 1976. – 22 с. 7. Ковенский И.М. Металловедение покрытий / И.М. Ковенский, В.В. Поветкин – М.: СП ИНТЕРМЕТ ИНЖИНИРИНГ, 1999. – 420 с.

Поступила в редколлегию 19.03.2011

УДК 621.863.2

В.А. КАРПЕНКО, докт. техн. наук, проф., ХНАДУ, г. Харьков
И. М. БАРАННИК, асп., ХНАДУ, г. Харьков

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ШИНЫ В ПРОЦЕССЕ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Проведено математическое описание определения передаточных функций автомобильной шины во время движения автомобиля.

Ключевые слова: Автомобильная шина, передаточная функция, частотные характеристики, преобразование Фурье.

The mathematical description of definition of transfer functions of an automobile tire during movement of the car is lead.

Keywords: the Automobile tire, transfer function, frequency characteristics, transformation Фур'є

Проведено математичний опис визначення передатних функцій автомобільної шини під час руху автомобіля.

Ключові слова: Автомобільна шина, передатна функція, частотні характеристики, перетворення Фур'є.

Введение

В качестве операторов для оценки колебательных систем автомобилей применяются передаточные функции. [1]. Передаточная функция - это отношение движения (перемещение, скорость или ускорение) центра тяжести (или других характерных точек) вибрирующего объекта к движению точки приложения возмущающей силы в функции от ее частоты. Передаточные функции дают важную информацию, показывая при какой частоте и с какой интенсивностью передаются вибрации на вибрирующий объект.

Анализ публикаций

В работах А.Chiesa [3-6] проведен ряд экспериментов, в результате которых был получен комплекс передаточных функций шины относительно ступицы,

дающих наиболее важную информацию, поскольку они показывают в каких частотах и с какой интенсивностью колебания передаются от источника возмущения к элементам автомобиля на различных типах шин. Авторами установлено, что в высокочастотной области проявляются отличия между колебаниями шин радиальной и диагональной конструкции. Радиальная шина имеет ярко выраженный резонанс при 90 Гц, за которым следует серия незначительных резонансов при 117, 138 и 150 Гц. Диагональная же шина имеет только один резонанс, а именно, при 160 Гц. На практике это означает, что шины Р более предрасположены к развитию резонансов, чем шины диагональной конструкции.

В работе [2] передаточные функции шин (по ускорению) определялись двумя методами: возбуждением шины при помощи вибровозбудителя и качением ее по беговому барабану, поверхность которого имела синусоидальную форму с постоянной длиной волны. Однако, большую информацию из этой работы вынести не удастся, поскольку автор не уточнял в каких условиях были проведены эксперименты, при какой нагрузке на колесо, каким было внутреннее давление в шине, скорость качения колеса. Сравнивая полученные передаточные функции для радиальной и диагональной конструкции в условиях статики, можно отметить сходство полученных авторами рассматриваемой работы с результатами других исследований в этой области. Проведенный анализ свидетельствует об отсутствии аргументированного описания передаточной функции автомобильного колеса в динамике.

Цель и постановка задачи

Целью работы является математическое описание получения передаточной функции подрессоренной и не подрессоренной масс автомобиля в движении.

Задачами исследования:

- нахождение амплитуды ускорений вынужденных колебаний подрессоренной (с) массы экспериментальным путем;
- вычисление коэффициентов с и начальных фаз с использование быстрого преобразования Фурье (БПФ);
- определение амплитуды соответствующего внешнего кинематического возбуждения системы.

Экспериментальные исследования

Лабораторно-дорожные испытания проводились в соответствии с требованиями ДСТУ 2942-94. Для испытаний были использованы автомобили Honda Accord 2006 года, который укомплектованы шинами 225/50 R17 Michelin Pilot. Искомую передаточную функцию автомобильной шины (подвески автомобиля) определим как

$$W = \frac{c}{a}, \quad (1)$$

где с – амплитуда ускорений вынужденных колебаний подрессоренной массы; а – амплитуда соответствующего внешнего кинематического возбуждения системы.

Физическая суть коэффициентов C заключается в том, что реакция подрессоренной массы как функция $f(t)$ может быть представлена в виде разложения

$$f(t) = \sum_{q=1}^n c_q \cos(\omega_q t - \varphi_q), \quad (2)$$

где n – количество учитываемых членов ряда; t – время; ω_q – q -ая угловая частота вынужденных колебаний; φ_q – начальная фаза.

Очевидно, что функцию $f(t)$ получают в ходе натуральных экспериментов, проводимых на неровном участке дороги с известным профилем. И следовательно, в большинстве случаев исходными данными к вычислению коэффициентов C является дискретный набор ускорений, измеренных с временным шагом Δt . Если обозначить вектор с данными замеров через f , то представление (2) запишем в следующей форме для удобства последующей обработки

$$f_p = \sum_{q=1}^n c_q \cos\left(\frac{2\pi p q}{m} - \varphi_q\right); \quad p = \overline{1, m}, \quad (3)$$

где f_p – p -ый компонент обрабатываемого вектора f длиной $m = T/\Delta t$ ($f \in \mathbf{R}^m$); T – продолжительность измерений.

В настоящее время наиболее эффективным методом вычисления коэффициентов c_q и начальных фаз φ_q , удовлетворяющих разложению (3), является использование быстрого преобразования Фурье (БПФ). Численная сторона нахождения c_q и φ_q на основе БПФ заключается в вычислении промежуточного вектора b с компонентами:

$$b_q = \frac{1}{\sqrt{m}} \sum_{p=1}^m f_p e^{i \frac{2\pi p q}{m}}; \quad q = \overline{1, n}, \quad (4)$$

где $i = \sqrt{-1}$ – мнимая единица.

Отметим, что ввиду специфики алгоритма численной реализации БПФ длина заданного вектора f должна удовлетворять условию $\log_2 m \in \mathbf{N}$, при этом количество компонент результирующего вектора b составит $n = m/2$.

Несложно показать, что применение обратного преобразования Фурье даст исходный вектор F :

$$f_p = \frac{1}{\sqrt{m}} \sum_{q=1}^n b_q \cdot e^{-i \frac{2\pi p q}{m}}.$$

Полученные в результате формулы (4) компоненты b_q позволяют найти искомые коэффициенты c_q и φ_q через соотношения

$$c_q = \frac{2 \operatorname{Re}(b_q)}{\sqrt{m} \cos(\varphi_q)}; \quad \varphi_q = \arctg\left(\frac{\operatorname{Im}(b_q)}{\operatorname{Re}(b_q)}\right),$$

где $\operatorname{Re}(b)$ и $\operatorname{Im}(b)$ – действительная и мнимая части вектора b .

Вторая переменная, входящая в формулу (1) для передаточной функции W определяет амплитуду соответствующего кинематического возбуждения колебательной системы. Следовательно, внешнее возбуждение необходимо представить рядом, аналогичным ряду (3):

$$w_p = \sum_{q=1}^n a_q \cos\left(\frac{2\pi pq}{m} - \varphi_q\right), \quad (5)$$

где $w = \frac{d^2 y}{dt^2}$, y – функция, определяющая профиль дороги.

Для единичной неровности (препятствия) высотой $2R$ и радиусом у вершины R упомянутая функция может быть представлена в виде:

$$y(x) = H(2r-x) \cdot (r + \sqrt{2xr-x^2}).$$

где $H(x)$ – единичная функция Хевисайда.

Следовательно,

$$w(x) = \frac{d^2 y}{dt^2} = v^2 \frac{d^2 y}{dx^2} = -H(2r-x) \frac{v^2 r^2}{(2xr-x^2)^{1.5}} \quad (6)$$

или

$$w_p = -H(2r-vp\Delta t) \frac{v^2 r^2}{(2rvp\Delta t - v^2 p^2 \Delta t^2)^{1.5}},$$

где $x=vt$, v – скорость движения автомобиля, $t=p\Delta t$.

Для восстановления коэффициентов a_q , входящих в разложение (5), при условии, что левая часть w_p и фазы $2\pi pq/m - \varphi_q$ известны, воспользуемся свойством ортогональности тригонометрических функций:

$$\sum_{p=1}^m \cos\left(\frac{2\pi pq}{m} - \varphi_q\right) \cos\left(\frac{2\pi pj}{m} - \varphi_j\right) = \delta_{jq} \frac{m}{2} \quad (7)$$

где δ_{jq} – символ Кронекера.

На основании ряда (5) и свойства (7) выражение для искоемых коэффициентов a_q будет записано следующим образом

$$a_q = \frac{4}{m} \sum_{p=1}^m w_p \cdot \cos\left(\frac{2\pi pq}{m} - \varphi_q\right),$$

в котором входящие величины определены ранее.

Следовательно, искомая функция W определяется

$$\text{формулой } W_q = \frac{c_q}{a_q}.$$

Выводы

Определена передаточная функция автомобильной шины и подвески автомобиля в условиях движения автомобиля с новыми типами шин в эксплуатации.

Описанная в статье методика дает возможность существенно сэкономить время на экспериментах, получить достоверные данные, минимизировать затраты на дорогостоящее оборудование и приборы. Полученная передаточная функция



Рис. Передаточная функция

дозволяє проводити експрес-аналіз автомобілей по параметру вібраційної безпеки пасажирів і водія.

Список літератури: 1.Говорущенко Н.Я., Системотехніка транспорту / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – ХГАДТУ, Харків, 1999 – 468 с.2. Имаи Е. Шуми, створювані шинами, і їх характеристики / Имаи Е. – Дзидося гизюцу. 1977, т. 31, № 9, с. 808-813. ВЦП, пер. № А-68456. -М.: 1978.3. Chiesa A., Tyre and Body Vibrationa /A. Chiesa, L. Oberto. – Automobile Engineer, 1962, №12, pp.501-505.4.Chiesa A., Vertical oscillating behaviour of six types of European motor car / A. Chiesa, L. Oberto. – The Institution of Mechanical Engineers (FISITA). – London, 1962.-23p.5. Chiesa A., Influence of Tyres on Car Vibration Studied with a New Classification Metod / A. Chiesa, L. Oberto.– Reprinted from Advances in Automobile Engineering (Part III). A.S.A.E. – Cranfield, 1964. 6.Chiesa A., Transmission of Tyre Vibrations / A. Chiesa, L. Oberto, L. Tamburini. – Automobile Engineer, 1964, v. 54, XII, №13, pp.520-530.

Поступила в редколлегию 23.02.2011

УДК 621.317.08

М.М. МИКИЙЧУК, канд. техн. наук, доц., Національний університет
«Львівська політехніка»

ДОСТОВІРНІСТЬ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ НА СТАДІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ

Запропоновано підхід до оцінювання достовірності контролю якості продукції на стадії виготовлення шляхом забезпечення оптимального співвідношення між апіорною та апостеріорною інформацією про показники якості, що дозволить ефективно управляти ризиками виробника та споживача.

Ключові слова: якість продукції, контроль якості, достовірність контролю.

Предложен подход к оцениванию достоверности контроля качества продукции на стадии изготовления путем обеспечения оптимального соотношения между априорной и апостериорной информацией о показателях качества, которое позволит эффективно управлять рисками производителя и потребителя.

Ключевые слова: качество продукции, контроль качества, достоверность контроля.

Offered approach to the evaluation authenticity of control of quality of products on the stage of making by providing of Optimum betweenness by a priori and a posteriori information about the indexes of quality which will allow effectively to manage the risks of producer and user.

Keywords: quality of products, control of quality, control authenticity.

Вступ

Якість продукції належить до найважливіших показників діяльності підприємства. Підвищення якості продукції значною мірою визначає конкурентність підприємства в умовах ринку, впровадження інновацій, зростання ефективності виробництва. Організація і проведення технічного контролю якості є одним з складових елементів системи управління якістю на стадіях виробництва і реалізації продукції [1].

Метою вихідного контролю продукції, що серійно випускається, є забезпечення гарантованого рівня якості готової продукції. Очевидно, що при цьому виробники прагнуть мінімізувати витрати на його організацію і проведення і, як правило, прагнуть знайти «оптимальну точність, що відповідає мінімуму втрат від браку і вартості контролю», тобто оптимізувати вимоги до точності вимірювань при контролі якості по економічному критерію [2].