

## СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УСКОРЕНИЙ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

**И. М. Баранник, к.т.н., доц.**

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

*Проанализировано влияние типа газового наполнителя, давления в шине и скорости движения на вертикальные ускорения транспортного средства. Сделан вывод, что при движении автомобиля со скоростью 60 км/ч по дорожному покрытию с параметром IRI 6...8 м/км использование неона-гелиевой смеси в качестве наполнителя шины позволяет снизить амплитуду вертикальных ускорений, обеспечить вибробезопасность и повысить надежность.*

*Ключевые слова: автомобильная шина, тип газового наполнителя, вибрация.*

**Введение.** С первых дней создания механических систем различной сложности, конструкторы и эксплуатационники работают над повышением надежности и срока их службы. Повышение надежности транспортных средств, в частности, невозможно без глубокого исследования действительной нагруженности их агрегатов и узлов при работе в реальных условиях эксплуатации. Очевидно, что нагруженность агрегатов, узлов и деталей в значительной степени определяется колебаниями.

Основными элементами, сводящими колебания и вибрации к приемлемому уровню и защищающими автомобиль от динамического влияния дороги, являются подвеска и шины [1]. Шина – один из элементов передающих вибрации, возникающие в результате взаимодействия колес с неровностями дороги. В зависимости от эксплуатационных и конструктивных факторов, шина не просто передает вибрации, а может либо их ослаблять, либо усиливать. При исследовании основных эксплуатационных характеристик автомобиля следует подвергать анализу динамическую систему «дорога-шина-автомобиль» [2].

**Анализ публикаций.** Еще в первых работах А. Chiesa [3] отмечает, что вибрация шин проходит через элементы подвески на кузов без существенного снижения интенсивности, а иногда может усиливаться из-за наличия в подвеске местных резонаторов. Поэтому необходимо согласовывать вибрационные характеристики шин и транспортного средства [4].

В работе [5] автор обращает внимание, что высокочастотные колебания уменьшают долговечность и надежность автомобиля, ухудшают условия работы оборудования, снижают комфортабельность. Эти колеба-

ния автомобиля, вызванные взаимодействием шины с дорогой, изучены недостаточно.

**Цель и задачи исследования.** Целью исследования является снижение уровня виброускорений транспортного средства. Задачи исследования:

- проведение спектрального анализа частотных характеристик ускорений подрессоренной и непрорессоренной масс транспортного средства;
- снижение ускорений в зависимости от параметров шины и условий эксплуатации.

**Экспериментальные исследования.** Согласно нормативным документам (ДСТУ ГОСТ 12.1.012-2008), виробезопасность водителя и пассажиров определяется не только среднеквадратичными значениями вертикальных ускорений подрессоренной массы, но и через амплитудно-частотную характеристику, которая устанавливает допустимые значения этих ускорений для каждой частоты кинематического возбуждения (рис. 1). Эти ограничения изображены на рисунке ломаной линией 1. Кривая 3, которая получена проф. Лукиным П.П., отображает результаты натуральных исследований при движении автомобиля по покрытию с IRI=2-4 м/км. Аналогичные к постановкам Лукина П.П. исследования были проведены и в рамках проблематики работы, однако с применением других, неклассических, газовых наполнителей шин (кривая 2 построена, в частности, для неоно-гелиевой смеси). Указанная кривая построена с привлечением алгоритма быстрого преобразования Фурье. Как исходные данные были использованы значения ускорений, измеренные экспериментально на дорожном покрытии с IRI=2-4 м/км.

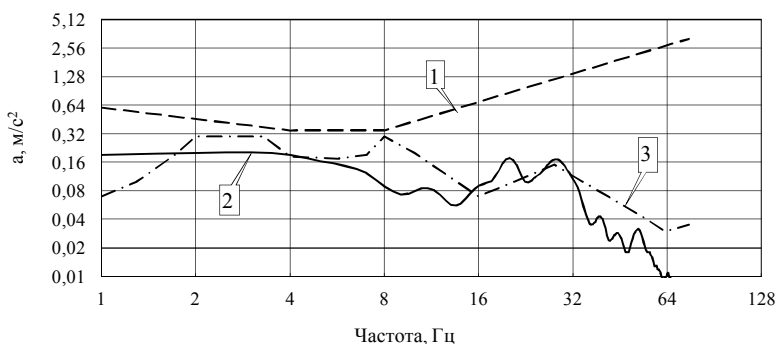


Рис.1. Спектр вертикальных виброускорений на сидении водителя: кривая 1 – предельно допустимые значения; кривая 2 – неоно гелиевая смесь; кривая 3 - воздух

Спектр вертикальных виброускорений исследовался и в зависимости от скорости движения транспортного средства (рис. 2), давления и типа

газового наполнителя, качества дорожного покрытия. Из представленного графического материала, который построен для наполненных воздухом шин и дороги с IRI=6-8 м/км, следует, что при скорости движения 60 км/ч имеет место превышение допустимых для безопасности водителя значений ускорений в диапазоне от 2 до 4 Гц. Это дает возможность утверждать, что движение автомобиля со скоростью более чем 60 км/ч приведет к превышению рекомендованного стандартом уровня ускорений. Заметим, что частотный диапазон 2-4 Гц считается опаснейшим из-за совпадения с частотой собственных колебаний органов человека в положении сидя. Продолжительное движение в таком режиме приводит к утомляемости и увеличивает вероятность возникновения разных (связанных с вибрациями) болезней. За счет применения альтернативных наполнителей эта проблема может быть частично решена (кривая 5, рис. 2).

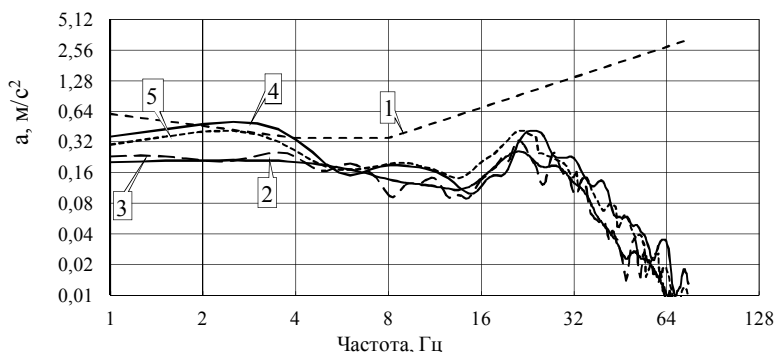


Рис.2. Спектр вертикальных виброускорений на сидении водителя: кривая 1 – предельно допустимые значения; кривая 2 – скорость 20 км/ч; кривая 3 – скорость 40 км/ч; кривая 4 – скорость 60 км/ч; кривая 5 – скорость 60 км/ч, неоно-гелиевая смесь

На рис. 3 изображены результаты обработки, полученных экспериментально, вертикальных ускорений неподрессоренной массы автомобиля в зависимости от частоты вынужденных колебаний для разных типов газового наполнителя. Из рисунка видно, что использование неоно-гелиевой смеси приводит к уменьшению резонансных частот вертикальных колебаний (приблизительно на 18 % в сравнении с воздушным наполнителем).

### Выводы.

1. Определены области резонансных частот для поддрессоренной и неподрессоренной масс: 2–4 Гц, 16–32 Гц, соответственно, вызванные ударами шины о неровности дорожного покрытия.

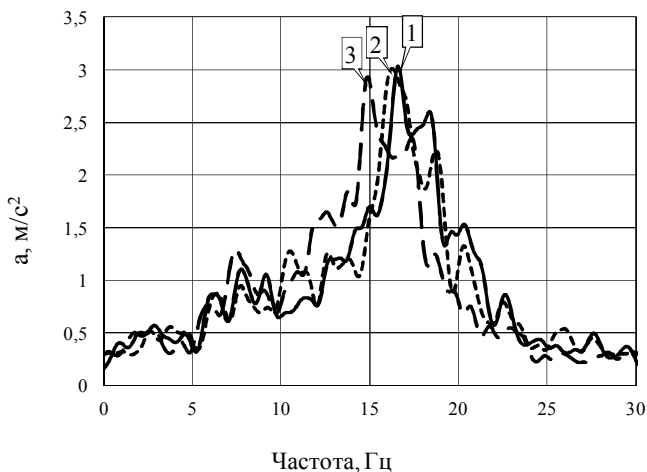


Рис.3. Спектр вертикальных виброускорений неподрессоренной массы: кривая 1 - воздух; кривая 2 - гелий; кривая 3 - неоне-гелий

2. При движении транспортного средства со скоростью 60 км/ч по дорожному покрытию с параметром IRI 6–8 м/км использование неон-гелиевой смеси, в качестве наполнителя шины, позволяет снизить амплитуду вертикальных ускорений и обеспечить вибробезопасность и повысить надежность.

3. Использование неон-гелиевой смеси приводит к уменьшению резонансных частот вертикальных колебаний неподрессоренной массы на 18 % в сравнении с воздушным наполнителем.

### Список литературы:

1. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля / Р. В. Ротенберг. – М., Машиностроение, 1972.
2. Хачатуров А. А. Динамика системы «дорога–шина–автомобиль–водитель» / Под ред. А. А. Хачатурова. – М.: Машиностроение, 1976. – 535 с.
3. Chiesa A. Car tyre and body vibrations / A. Chiesa, L. Oberto // *Automobile Engineer*. – 1962. – N 12. – P. 501–505.
4. Chiesa A. Transmission of tyre vibrations / A. Chiesa, L. Oberto, L. Tamburini // *Automobile Engineer*. – 1964. – V. 54. – N 13. – P. 520–530.
5. Атяшкин Е. Л. Уменьшение вибрации автомобиля, вызванной взаимодействием шины и дороги: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / Евгений Леонидович Атяшкин. – М., 1983. – 20 с.

## **Анотація**

### **СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИСКОРЕНЬ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ**

**І. М. Баранник**

*Проаналізовано вплив типу газового наповнювача, тиску в шині та швидкості руху на вертикальні прискорення транспортного засобу. Зроблено висновок, що при русі автомобіля зі швидкістю 60 км/год по дорожньому покриттю з параметром IRI 6...8 м/км використання неону-гелієвої суміші, як наповнювача шини, дозволяє знизити амплітуду вертикальних прискорень, забезпечити віробезпеку і підвищити надійність.*

*Ключові слова: автомобільна шина, тип газового наповнювача, вібрація.*

## **Abstract**

### **SPECTRAL ANALYSIS OF FREQUENCY DESCRIPTIONS OF ACCELERATIONS OF TRANSPORT VEHICLE**

**I. M. Barannyk**

*The influence of the type of gas filler, pressure and speed on the vertical acceleration of the vehicle. It is concluded that while driving at a speed of 60 km/h on the road surface with the IRI 6 ...8 m/km using Neon-helium mixture as filling tires to reduce the amplitude of the vertical accelerations, vibrosafety and improve reliability.*

*Keywords: car tyre type gas filler, vibration.*