

УДК 621.863.2

ВОПРОСЫ ШУМА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ШИНЫ С ДОРОГОЙ**В.А. Карпенко, проф., д.т.н., В.А. Перегон, проф., к.т.н.,
А.Н. Левченко, к.т.н., А.А. Коряк, доц., к.т.н.,****Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

Аннотация. Рассмотрен вопрос шумоизлучения системы «автомобильная шина–дорога». Проведены экспериментальные исследования по измерению вибрации дорожного полотна, построена его частотная характеристика. Проведен сравнительный анализ частотных характеристик, полученных исследователями ХНАДУ, с результатами, полученными другими учеными.

Ключевые слова: автомобильная шина, дорога, шум, частотная характеристика.

ПИТАННЯ ШУМУ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ШИНИ З ДОРОГОЮ**В.О. Карпенко, проф., д.т.н., В.А. Перегон, проф., к.т.н.,
О.М. Левченко, к.т.н., О.О. Коряк, доц., к.т.н.,****Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

Анотація. Розглянуто питання шумовипромінювання системи «автомобільна шина–дорога». Проведено експериментальні дослідження з виміру вібрації дорожнього полотна, побудовано його частотну характеристику. Проведено порівняльний аналіз частотних характеристик, отриманих дослідниками ХНАДУ, з результатами, одержаними іншими вченими.

Ключові слова: автомобільна шина, дорога, шум, частотна характеристика.

**PROBLEMS OF NOISE GENERATION AT TIRE INTERACTION WITH
THE ROAD SURFACE****V. Karpenko, Prof., D. Sc. (Eng.), V. Perehon, Prof., Ph.D. (Eng.),
A. Levchenko, Ph.D. (Eng.), A. Koryak, Assoc. Prof., Ph.D. (Eng.),
Kharkiv National Automobile and Highway University**

Abstract. The problem of noise emissions of the tire-road system is considered. The experimental studies on the measurement of road-pavement vibration are carried out, and its frequency response is built. Comparative analysis of frequency characteristics obtained by KhNAHU researchers with the works of other scientists is carried out.

Key words: automobile tire, road noise, frequency response.

Введение

Проблема шума, который образуется при взаимодействии шины с дорожным покрытием, не теряет свою актуальность. Транспортный шум в крупных городах Европы является проблемой номер один, и вопрос поднимается на правительственных уровнях.

Даже при установке на автомобиль шины с самыми лучшими экологическими характе-

ристиками на грубом дорожном покрытии шума не избежать. Чем качественнее дорожное покрытие – тем тише будет поездка на автомобиле. Очевидно, что кроме создания «тихих» шин процесс исследовательских работ должен обязательно затронуть область по разработке и внедрению перспективных типов дорожных покрытий, которые будут способствовать снижению шума. В мире уже используют полимерные материалы при со-

здании дорожного полотна, что позволяет снизить шум от транспортного потока.

Так что же все-таки излучает шум – дорога или автомобильная шина? На первый взгляд, шум, создаваемый движущимся колесом по дороге, может восприниматься от самого дорожного покрытия в связи с природой его низкочастотных звуковых колебаний. Также отчетливо ощущает водитель изменение шума при движении по разным дорожным покрытиям – это может быть брусчатое либо асфальтобетонное покрытие с различным микропрофилем.

Анализ публикаций

Вопрос шума разносторонне исследован во многих работах [1–5]. Было определено, что и колесо, и дорожное покрытие излучают волны в окружающую среду, но волны характеризуются различной частотой излучения, которая, в свою очередь, зависит от материала излучателя. В данной ситуации интерес представляют волны, которые может воспринимать человек в природу своего ограниченного восприятия волн, а именно, относительного несовершенства органа слуха по сравнению с другими обитателями Земли. Нам доступны лишь звуковые волны от 20 Гц до 20000 Гц, причем их крайние значения воспринимаются только одаренными людьми. Мало кто может похвастаться, что слышит звук, приближенный либо к инфразвуковой, либо к ультразвуковой частотам.

Анализ литературных источников показал, что механизмы шумообразования при движении автомобильной шины по дорожной поверхности изучены недостаточно. Мало экспериментальных данных, относящихся к частотным характеристикам дорожного покрытия.

Цель и постановка задачи

Целью данного исследования является определение диапазона частот излучения волн дорожным покрытием. Задача исследования – снять частотную характеристику дорожной поверхности при движении по ней автомобиля.

Экспериментальное исследование

Силами сотрудников кафедры ДМ и ТММ ХНАДУ были проведены исследовательские

работы по определению частотных характеристик дорожного полотна. Был выбран рабочий участок дороги с асфальтобетонным покрытием, площадь которого позволила двигаться автомобилю по кругу без остановки со скоростью 20 км/ч. Методика регистрации частотных характеристик изложена в работе [8]. Результаты, полученные в процессе проведения экспериментальных исследований (рис. 1), позволяют утверждать, что основная частота излучения волн дорожным покрытием соответствует диапазону от 2 до 7 Гц и находится за пределами звукового восприятия людей (рис. 2). Этот диапазон частот может восприниматься человеком только через вибрацию опорно-двигательного аппарата, а не через органы слуха.

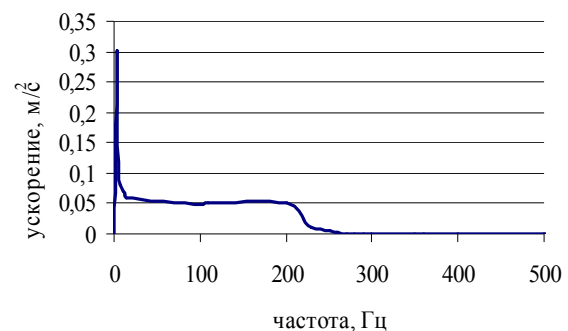


Рис. 1. Частотная характеристика уровня вибрации асфальтного покрытия при движении по нему автомобиля со скоростью 20 км/ч

На рисунке 2 более подробно представлен диапазон частот от 0 до 25 Гц.

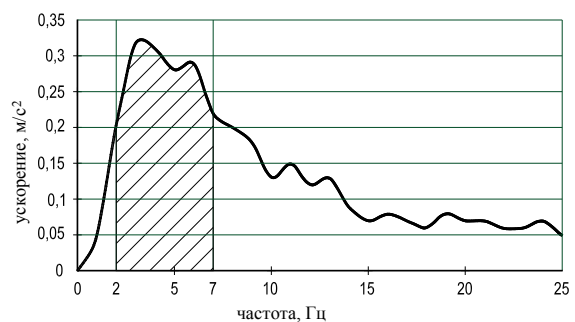


Рис. 2. Диапазон частот от 0 до 25 Гц

Вибрации дорожного полотна исследовались многими учеными. Результаты одной из работ мы использовали для проверки своего эксперимента. В данном случае речь идет о патенте С.К. Илиополова, д.т.н., профессора,

М.Г. Селезнёва, д.ф.-м.н., профессора и др. патент № 2250445 [9].

В патенте о способе оценки состояния дорожных покрытий при эксплуатационном вибрационном воздействии транспортных средств в графическом виде приведены результаты экспериментальных исследований, которые показывают частотную характеристику дорожного полотна при воздействии на него транспортного потока (рис. 3).

Частотная характеристика вибрационного ускорения дорожного покрытия, приведенная в патенте № 2250445 «Способ оценки состояния дорожных покрытий при эксплуатационном вибрационном воздействии транспортных средств», подтверждает результаты экспериментальных исследований, приведенных нами выше, и свидетельствует о том, что основная частота излучения волн дорожным покрытием находится вне звукового диапазона.

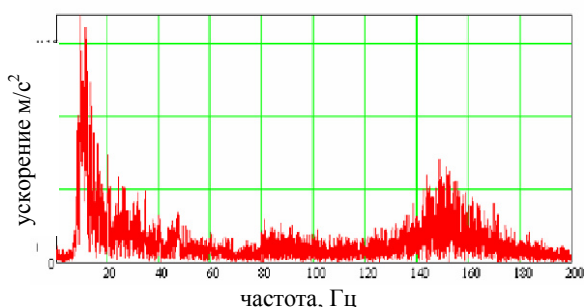


Рис. 3. Частотная характеристика дорожного полотна, приведенная в патенте №225044 «Способ оценки состояния дорожных покрытий при эксплуатационном вибрационном воздействии транспортных средств»

На двух частотных характеристиках незначительно выделяется интервал частот от 120 до 180 Гц, который попадает в звуковой диапазон. В данном случае видно, что ускорение на этих частотах незначительное и они имеют остаточную природу колебаний, то есть происходят колебания какого-то слоя дорожного полотна, либо это вибрация от самих шин, которая распространилась по дорожному покрытию. Если эти колебания излучает дорожное полотно, то нельзя полностью исключить его как излучателя звуковых волн, но амплитуда их настолько низка, что тот вклад, который они вносят в общую картину шума, никак не ощущается людьми. И глав-

ную роль в данном процессе играет шина, так как при контакте автомобильной шины с дорожной поверхностью последняя заставляет шину деформироваться и преобразовывать нагрузку в звуковые волны, которые воспринимаются обывателем как шум [5]. При изменении вида дорожного полотна изменяется нагрузка, воспринимаемая шиной. Данная нагрузка может иметь выраженную природу импульса – движение по брусчатой поверхности, либо фрикционной нагрузки – движение по ровной дорожной поверхности [6, 7]. Различные виды взаимодействия профиля дороги с протектором шины заставляют ее механизмы шумоизлучения излучать шум в окружающую среду.

Вывод

Транспортный шум – это в основном производная взаимодействия шины с дорогой. Однако человек слышит только излучения шума шиной, поскольку резонансные частоты дорожного полотна в подавляющем большинстве находятся в зоне низких частот (от 2 до 7 Гц). Все изменения уровня звукового давления в результате перехода на другое дорожное полотно воспринимаются человеком через шину. С точки зрения детального анализа влияния на человека и окружающую среду транспортного шума необходимо учитывать все диапазоны звуковых частот.

Литература

1. Васильев Ю.В. Шум как показатель сцепных свойств дорожного покрытия / Ю.В. Васильев, А.Б. Беляков. – НАУКОВЕДЕНИЕ: интернет-журнал. – 2013. – Вып. 6. – Режим доступа к журн.: <http://naukovedenie.ru>.
2. Карпенко В.А. Автомобильная шина как объемный излучатель шума / В.А. Карпенко, А.Н. Левченко, И.М. Баранник // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2009. – Вып. 23. – С. 76–80.
3. Луканин В.Н. Снижение шума автомобиля / В.Н. Луканин, В.Н. Гудцов, Н.Н. Бочаров. – М.: Машиностроение, 1981. – 154 с.
4. Карпенко В.А. Влияние дорожного покрытия на уровень шумоизлучения автомобильных шин / В.А. Карпенко, Е.В. Музалов, А.А. Загородный // Ме-

- ханіка та машинобудування. – 2003. – Вип. 1. – С. 184–190.
5. Кемп Д.Х. Взаимодействие автомобильных шин с дорогой / Д.Х. Кемп // The SAE Australasia. – 1975. – №1. – Р. 33–40.
 6. Карпенко В.А. Характеристика шума автомобильной шины / В.А. Карпенко, А.Н. Левченко, И.М. Баранник // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2007. – Вып. 39. – С. 54–57.
 7. Кнороз В.И. Работа автомобильной шины / В.И. Кнороз. – М.: Транспорт, 1976. – 224 с.
 8. Перегон В.А. Влияние волнового излучения асфальтобетонного дорожного покрытия на уровень и частоту спектра шумоизлучения автомобильной шины / В.А. Перегон, В.А. Карпенко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 26. – С. 31–34.
 9. Пат. 2250445 Российская Федерация, МПК⁷ G01M7/00. Способ оценки состояния дорожных конструкций при эксплуатационном вибрационном воздействии транспортных средств / Илиополов С.К., Селезнев М.Г., Углова Е.В., Дроздов А.Ю., Елистратов В.А., Лобов Д.В., Бурштейн Е.Б.; заявитель и патентообладатель Илиополов С.К., Селезнев М.Г., Углова Е.В., Дроздов А.Ю., Елистратов В.А., Лобов Д.В., Бурштейн Е.Б. – № 2004113230/28; заявл. 28.04.2004; опубл. 20.04.2005.
- Рецензент: М.А. Подригало, профессор, д.т.н., ХНАДУ.
- Статья поступила в редакцию 16 ноября 2015 г.
-