

УДК 621.863.2

ВЛИЯНИЕ ВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДОРОЖНОГО АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ НА УРОВЕНЬ И ЧАСТОТУ СПЕКТРА ШУМОИЗЛУЧЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ШИНЫ

В.А. Перегон, профессор, к.т.н., В.А. Карпенко, профессор, д.т.н., А.А. Коряк, доцент, к.т.н., А.Н. Левченко, соискатель, И.М. Баранник, аспирант, ХНАДУ

Аннотация. Проведены экспериментальные исследования по замеру шума автомобильной шины, спектральной характеристики шума шины и асфальтного покрытия при движении автомобиля. Сделан вывод о том, что волновые излучения дорожного асфальтобетонного покрытия не влияют на уровень и частоту спектра шумоизлучения автомобильной шины. Описана методика проведенных экспериментальных исследований.

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

ВПЛИВ ХВИЛЬОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ НА РІВЕНЬ І ЧАСТОТУ СПЕКТРА ШУМОВИПРОМІНЮВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ШИНИ

В.А. Перегон, професор, к.т.н., В.О. Карпенко, професор, д.т.н., О.О. Коряк, доцент, к.т.н., О.М. Левченко, здобувач, І.М. Баранник, аспірант, ХНАДУ

Анотація. Проведено експериментальні дослідження з виміру шуму автомобільної шини, спектральної характеристики шуму шини й асфальтного покриття при русі автомобіля. Зроблено висновок про те, що хвильові випромінювання дорожнього асфальтобетонного покриття не впливають на рівень і частоту спектра шумовипромінювання автомобільної шини. Описано методику проведених експериментальних досліджень.

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

INFLUENCE OF WAVE RADIATION OF ROAD ASPHALT PAVEMENT ON LEVEL AND FREQUENCY OF SPECTRUM NOISE OF AUTOMOBILE TYRE

V. Peregon, Professor, Doctor of Technical Science, V. Karpenko, Professor, Doctor of Technical Science, A. Koryak, Candidate of Technical Sciences, A. Levchenko, the competitor, I. Barannik, the post-graduate student, KhNADU

Abstract. Experimental researches on indication of noise of an automobile tire, spectral characteristics of tyres noise and asphalt coverings at vehicle's traction are carried out. It has been revealed that wave radiations of the road asphalt pavement do not influence on the level and frequency of the noise spectrum of an automobile tyre. The technique of the experimental researches has been carried out and presented.

Key words: automobile tyre, road, noise, spectral characteristics.

Введение

В настоящее время актуальность проблематики шума транспортного потока в городах не вызывает никакого сомнения. Шум – это

беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры. Это основная причина, по которой человек как наблюдатель процесса шумоизлучения фи-

физиологически не в состоянии без специального оборудования изучить природу данного процесса. С физиологической точки зрения, шум – это всякий неблагоприятный воспринимаемый звук. Что же такое звук? Звук, в широком смысле, – это упругие волны, распространяющиеся в окружающую среду и создающие колебания; в узком смысле – субъективное восприятие этих колебаний специальными органами чувств человека в диапазоне частот от 16 Гц до 20 000 Гц. Характеризуется звук амплитудой и частотой. И что самое главное, для получения полной информации о звуке необходимы два этих показателя.

Одним из главных источников общего шума автомобиля является его шина, а для легковых автомобилей – основным. Что заставляет ее излучать упругие колебания в окружающую среду? На первый взгляд, ответ очевиден – это дорога, а точнее, взаимодействие шины с дорожным покрытием. Процесс нарушения равновесного состояния этой системы приводит к появлению упругих колебаний, которые распространяются в окружающую среду, как через шину, так и через дорожное покрытие. Для человека, изучающего процессы шумоизлучения системы шина-дорога без специального оборудования, остается без ответа вопрос об основном элементе излучения шума в окружающую среду.

Анализ публикаций

На сегодняшний день фундамент знаний по изучению процесса шумоизлучения автомобильной шины сформирован на базе результатов исследований таких основоположников как Зайцев П.В., Бочаров Н.Ф., Бухин Б.Л., Walker J.C., Major D.J., Mukai T., Кемп Д.Х., Кнороз В.И., Meier A. и др. Основу этих исследований составляют данные для общего уровня шума шины, без изучения его структуры. В рамках данного вопроса проводились самые различные исследования с применением шин разных размеров и моделей, движущихся по различным типам дорожного покрытия; измерялся шум шин с изменением их эксплуатационных и конструктивных параметров и т.д. На рис. 1 представлены результаты таких исследований общего уровня шума, проведенных Кнорозом В.И. в работе [1] для шин с разным рисунком протектора, движущихся на цементобетонном и асфальтобетонном покрытии.

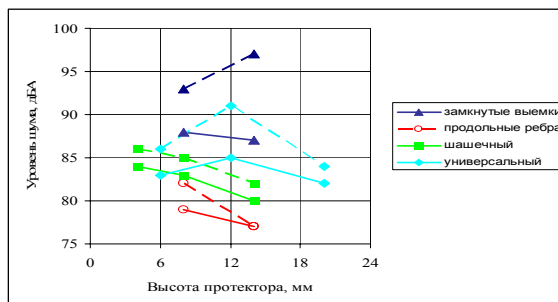


Рис. 1. Зависимость шумообразования шин от степени износа протектора при скорости движения 90 км/ч (---- – цементобетон; — – асфальтобетон)

В работах [1, 2] представлены результаты исследования шума автомобильной шины, движущейся по асфальтобетонному дорожному покрытию в диапазоне скоростей от 20 до 100 км/ч, в [4] – с 40 до 130 км/ч.

Цель и постановка задачи

Целью работы является определение влияния волнового излучения дорожного асфальтобетонного покрытия на уровень и частоту спектра шумоизлучения автомобильной шины. Задачи исследования:

- получение спектральной характеристики шума автомобильной шины в дорожных условиях на скоростях в диапазоне 20–100 км/ч;
- получение частотной характеристики резонансных колебаний шин с помощью лабораторных испытаний на барабанном стенде, исключая воздействие дороги;
- проведение анализа по сравнению результатов, полученных дорожным и лабораторным методом;
- нахождение частотной характеристики уровня вибрации асфальтового покрытия дорожным методом;
- оценка воздействия автомобильной шины и дороги на общий шум при их взаимодействии.

Экспериментальные исследования

Лабораторно-дорожные испытания проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 27436-87. В процессе проведения экспериментальных исследований методом «наката» при помощи частотного анализатора типа 2120 («Брюль@Кьер») получены частотные характеристики шума, излучаемого при взаимодействии шины с дорожным покрытием (рис. 2).

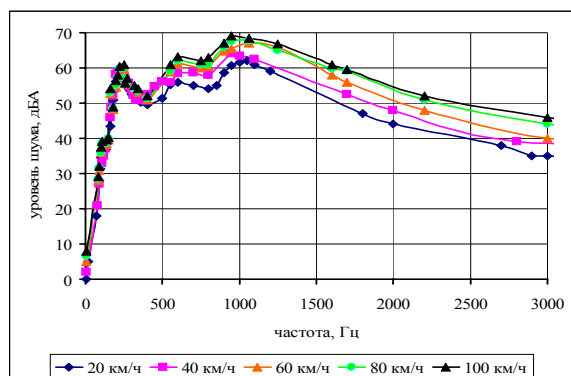


Рис. 2. Спектральная характеристика шума автомобильной шины 195/65 R15 мод. БЦ49

Частотная характеристика показывает, что в процессе взаимодействия шины с дорожной поверхностью излучаемый шум имеет трех уровневую спектральную характеристику. Первый диапазон частот лежит в пределах $200 \div 250$ Гц, второй диапазон – $590 \div 630$ Гц и третий диапазон частот – $1000 \div 1250$ Гц. Все три диапазона частот лежат в звуковом спектре и могут восприниматься человеком через слух.

Для проверки результатов, полученных в дорожных условиях, были проведены экспериментальные исследования в лаборатории на барабанном стенде. Схема эксперимента была такова, что мы исключили влияние опорной (дорожной) поверхности на частотную характеристику автомобильной шины. Автомобильная шина контактировала только с подпружиненным маятником; скорость его удара о поверхность шины составляла 10 и 15 км/ч (рис. 3).



Рис. 3. Положение маятника до контакта с поверхностью автомобильной шины

В процессе проведения исследований была получена частотная характеристика резонансных колебаний шины (рис. 4), которая подтверждает результаты, полученные в дорожных условиях.

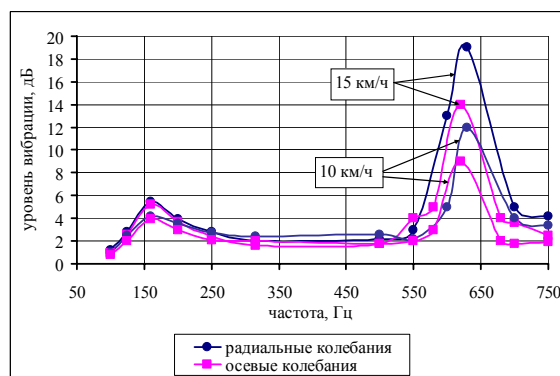


Рис. 4. Уровни вибрации автомобильной шины в осевом и радиальном направлении при давлении воздуха в шине 0,2 МПа

Резонансные колебания шины – это те частоты, которые характеризуют излучаемый ею звук в окружающую среду.

Также в рамках работы по исследованию шума автомобильной шины для оценки вклада звуковых волн, излучаемых дорогой, в общую картину шума автомобильной шины были проведены следующие экспериментальные исследования. Целью исследований являлось определение рабочего диапазона частот излучения волн дорожным покрытием. Был выбран рабочий участок дороги с асфальтобетонным покрытием, площадь которого позволила двигаться автомобилю по кругу без остановки со скоростью 20 км/ч. В центре круга к дорожной асфальтобетонной поверхности при помощи воска крепился вибропреобразователь частотного анализатора 2120 «Брюль@Кьер». При помощи «плавного» фильтра прибора были проведены замеры ускорения вибрации на всем диапазоне частот. Частоты вибрации дорожного покрытия позволили нам определить основной диапазон частот, на котором дорожное покрытие способно излучать волны в окружающую среду, тем самым определить и оценить влияние излучаемых дорожным покрытием волн на звуковые процессы, создаваемые автомобильной шиной.

Результаты, полученные в процессе экспериментальных исследований, приведены в графическом виде на рис. 5.

Полученные результаты позволяют утверждать, что основная частота излучения волн дорожным покрытием равна 3,5 Гц, находится за пределами звукового диапазона и является частотой инфразвука. Этот диапазон

частот может восприниматься человеком только через вибрацию опорно-двигательного аппарата, а не через слух.

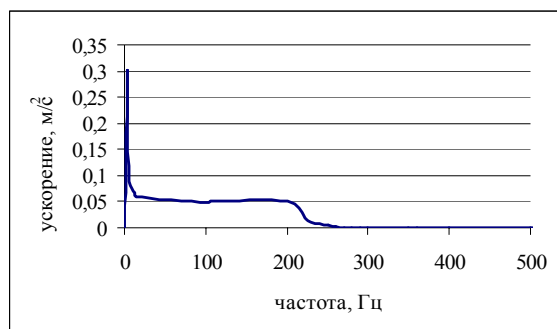


Рис. 5. Частотная характеристика уровня вибрации асфальтного покрытия при движении по ней автомобиля со скоростью 20 км/ч

Для проверки правильности полученных результатов были рассмотрены исследования, приведенные в патенте Илиополова С.К. д.т.н., профессора, Селезнёва М.Г. д.ф.-м.н., профессора и др. № PATENT 2250445™.

В патенте о способе оценки состояния дорожных покрытий при эксплуатационном вибрационном воздействии транспортных средств в графическом виде приведены результаты экспериментальных исследований зависимости ускорения от воздействия дорожного покрытия на разных частотах (рис. 6).

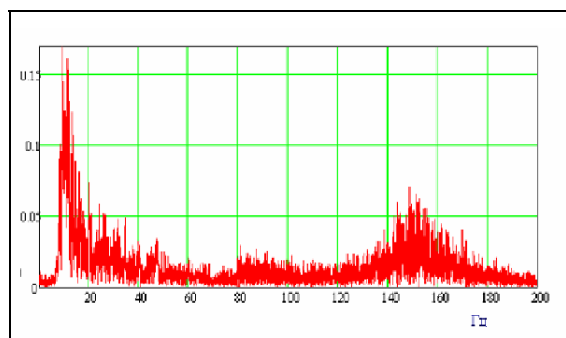


Рис. 6. PATENT 2250445™ Способ оценки состояния дорожных покрытий при эксплуатационном вибрационном воздействии транспортных средств

Частотная характеристика вибрационного ускорения дорожного покрытия (рис. 6), подтверждает результаты экспериментальных исследований, приведенных выше, и свидетельствует о том, что основная частота излу-

чения волн дорожным покрытием находится вне звукового диапазона. Основываясь на полученных результатах, можно сделать следующие выводы.

Выводы

Волновые излучения дорожного асфальтобетонного покрытия не влияют на уровень и частоту спектра шумоизлучения автомобильной шины, движущейся по асфальтобетонному покрытию. А трехуровневый шум (рис. 2) является следствием упругих колебаний автомобильной шины при ее взаимодействии с дорожным покрытием.

Дорожное покрытие играет роль как возбудителя упругих колебаний шины, так и отражателя излучаемых ею волн. В связи с этим задача по снижению уровня шумоизлучения автомобильной шины остается комплексной, которая требует не только производства шин со сниженным уровнем шумоизлучения, но также использования шумопоглощающих покрытий на дорогах.

Литература

1. Кнороз В.И. Работа автомобильной шины / В.И. Кнороз. — М. : Транспорт, 1976. — 224 с.
2. Карпенко В.А. Автомобильная шина как объемный излучатель шума / В.А. Карпенко, А.Н. Левченко, И.М. Баранник // Автомобильный транспорт : сб. научн. тр. — Харьков : ХНАДУ, 2008. — Вып. 23. — С. 76 — 79.
3. Карпенко В.А. Характеристика шума автомобильной шины / В.А. Карпенко, А.Н. Левченко, И.М. Баранник // Вестник ХНАДУ : сб. научн. тр. — Харьков : ХНАДУ, 2007. — Вып. 39. — С. 69 — 71.
4. Alex Von Meier Review of the state of the art of low Noise road surface design / XX World Road Congress Monreal 3–9 September 1995, Surface characteristic/ Report of the Committee. — P. 49 — 67.

Рецензент: В.П. Волков, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 18 ноября 2009 г.