

А. В. Кочергин, Г. И. Павлов, С. Ю. Гармонов, О. Р. Ситников,
К. А. Кочергина, Л. Н. Саматова, А. И. Ахметшина, А. Е. Егоров

ПАРАМЕТРЫ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО УЗЛАМИ И МЕХАНИЗМАМИ ДВИЖУЩЕГОСЯ АВТОМОБИЛЯ «КАМАЗ»

Ключевые слова: двигатель, сигнал, спектр шума, скорость движения, выхлопная струя.

Представлены результаты экспериментальных исследований акустического поля, формируемого узлами и механизмами автомобиля «КАМАЗ» при движении по грунту и асфальту. Исследования проводились с целью определения характеристик шума, излучаемых основными источниками автомобиля.

Keywords: engine, the signal, spectrum of the noise, speed, exhaust jet.

The results of experimental studies of the acoustic field, generated by nodes and mechanisms of vehicle KAMAZ driving on the ground and asphalt, described in this article. Studies were conducted to determinate the characteristics of the noise, emitted by the major sources of the vehicle.

Введение

Современный потребитель к автомобильной продукции предъявляет более высокие требования, причем, не только к тяговым характеристикам, но и к экологическим показателям. Увеличение мощности транспортного средства неразрывно связано с ухудшением экологических характеристик, в том числе шумовых. Таким образом, при создании новых автомобилей вопросы исследования шумообразования и ликвидация источников шума стоят в числе приоритетных задач [1-3].

Экспериментальная часть

Объектом исследования являлся автомобиль-самосвал КАМАЗ 2011 года выпуска, произведенный в РТ (г. Набережные Челны).

Полная масса автомобиля – 26000 кг. Пробег на начало испытаний составлял – 1150 км. На объекте установлен дизельный двигатель с турбонаддувом и охлаждением надвучного воздуха Cummins 6ISBe4 300. Число цилиндров – 6, расположение – рядное. Максимальная полезная мощность при частоте вращения коленвала 2500 мин⁻¹ составляет 219 кВт. Коробка передач на автомобиле установлена механического типа с ручным переключением передач, модель – ZF 9S1310TO. Ведущие мосты изготовлены Daimler AG, передаточное число главной передачи – 4,3. Воздушный фильтр MANN+HUMMEL 440920 92902. Глушитель-нейтрализатор ОГ Cummins 300730-A, выхлоп на левую сторону.

Для разработки технических предложений, направленных на снижение шума узлов и механизмов автомобиля необходимы исходные данные. К ним относятся такие важные характеристики шума, как частотный диапазон, максимальное звуковое давление, направленность излучения шума [1].

Конструкторам и разработчикам необходимо иметь экспериментальный материал по тому или иному узлу конкретного исследуемого автомобиля, характер изменения параметров шума, как от режима работы, так и от условий эксплуатации объекта. Такие данные можно получить путем проведения исследовательских работ, преимущественно экспериментальных.

Основными частями автомобиля 65205 КАМАЗ, излучающими шум, являются: дизельный двигатель с турбонаддувом и охлаждением надвучного воздуха; восьмиступенчатая коробка передач; ведущие мосты; глушитель-нейтрализатор. С целью определения характеристик шумов от этих источников проводились специальные исследования. При помощи виброизолирующих креплений в зоне распространения шума устанавливались микрофоны, сигналы с которых регистрировались на измеритель акустический ЭКОФИЗИКА. Измерительный комплекс соответствует требованиям ГОСТ [4]. Измерение акустического сигнала проводилось согласно ГОСТ [5].

На рис. 1 показано расположение микрофонов, при помощи которых регистрировались акустические сигналы, излучаемые механизмами автомобиля. Микрофоны в местах крепления располагались таким образом, чтобы влияние воздушного напора было минимальным.

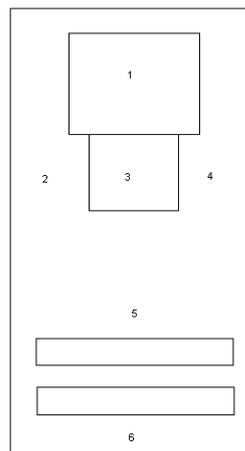


Рис. 1 - Схема расположения микрофонов

Акустический сигнал с вышеуказанных датчиков записывался на различных передачах переднего хода и скоростях движения автомобиля. Кроме этого, эксперименты проводились при движении автомобиля на различных дорожных покрытиях (грунтовое покрытие и асфальт). В каждом режиме сигнал записывался три раза, причем записи сигналов были независимые. Записанные сигналы обра-

батывались при помощи специализированной программы SIGNAL.

Обсуждение результатов

На рис. 2-5 приведены частотные спектры акустических сигналов, записанных вблизи различных агрегатов при движении автомобиля в разных условиях.

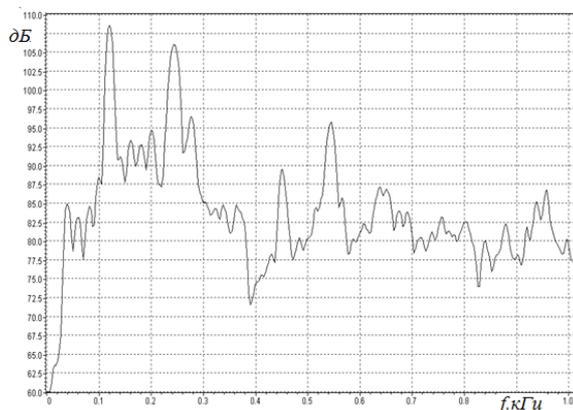


Рис. 2 - Спектр шума (датчик 1, на грунте)

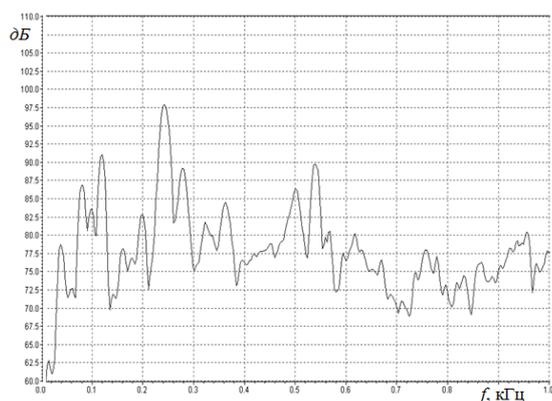


Рис. 3 - Спектр шума (датчик 3, на грунте)

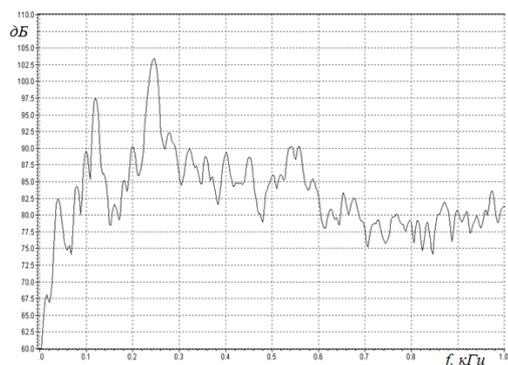


Рис. 4 - Спектр шума (датчик 4, на грунте)

На спектрах имеются две сравнимых по амплитуде частоты колебаний системы. Значения амплитуд на этих частотах более чем на 10 дБ превышают остальные составляющие. Эти области представляют собой 1-ю и 2-ю гармоники одного акустического сигнала, который генерируется выхлопной струей при сгорании дизельного топлива. При смене положения номера передачи в большую сторону и увеличении скорости движения автомобиля наблюдается перераспределение акустической

энергии между 1-ой и 2-ой гармоникой колебаний выхлопной струи, причём 2-я гармоника на 8-10 дБ превышает уровень звукового давления 1-ой гармоники.

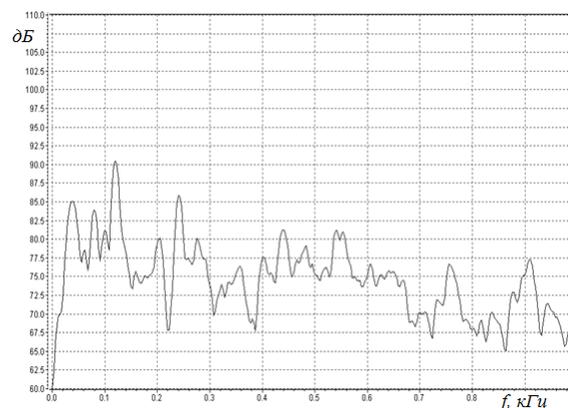


Рис. 5 - Спектр шума (датчик 5, на грунте)

Экспериментально определен характер шума, записанного вблизи коробки передач в зависимости от номера передачи автомобиля, движущегося по грунту. Из анализа результатов опытов установлено, что в момент разгона выхлопная струя автомобиля создает более интенсивный шум, чем механизмы коробки передач. Наибольший шум возникает на второй передаче. Это можно объяснить резонансными явлениями, протекающими в тракте движения выхлопных газов (частота выхлопа газов на 2-ой передаче близка к собственной частоте колебаний газового тракта).

На рисунках 6,7 приведены спектры акустических сигналов, записанных в зоне расположения среднего моста при разгоне автомобиля, как по грунту, так и по асфальту. Сравнение картины спектральных характеристик показывает, что поверхность дорожного покрытия начинает влиять на общий шум автомобиля при скоростях движения близких к 30 км/ч. При движении автомобиля по асфальту в спектре акустического сигнала появляются высокочастотные составляющие, амплитуды которых становятся близки низкочастотным составляющим. Частотный диапазон этих составляющих равен 400-600 Гц.

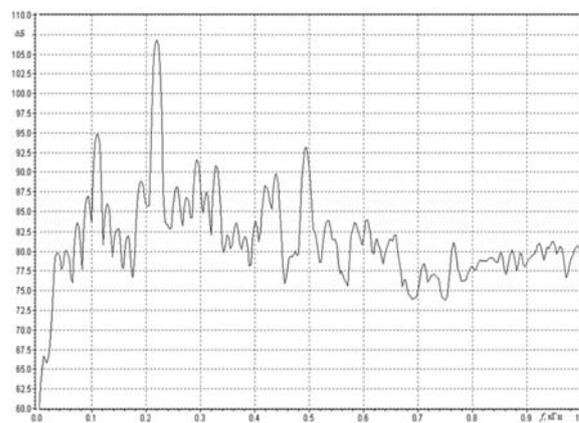


Рис. 6 - Спектр шума (датчик 4, N=4, U = 38 км/ч)

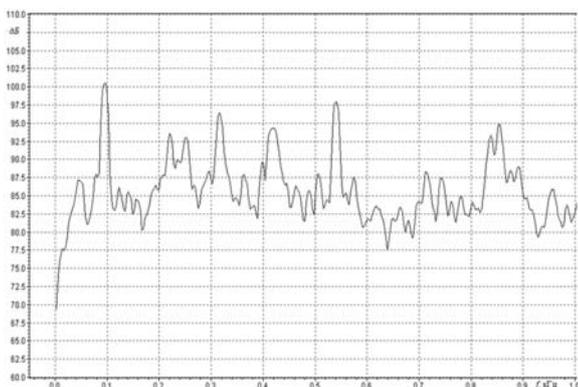


Рис. 7 - Спектр шума (датчик 4, N=7, U = 88 км/ч)

Серия экспериментов проводилась с целью исследования параметров акустического поля в зависимости от скорости движения автомобиля, которая составляла: 8 км/час, 10 км/час, 30 км/час, 38 км/час, 48 км/час, 55 км/час и 70 км/час. На рис. 6,7 приведены спектры сигнала, записанного в ближнем акустическом поле коробки передач автомобиля «КАМАЗ» при движении его по асфальту на различных передачах (датчик № 4).

Сравнительный анализ результатов опытов свидетельствует о том, что в момент разгона доминирующим источником шума в зоне расположения коробки передач является выхлопная струя.

При переключении коробки передач на высшие передачи (пятую и более) на спектрах шума появляются другие составляющие по амплитуде сопоставимые ранее имеющимися. Это показывает, что на высших передачах общий шум складывается из шумов, излучаемых различными источниками и их характеристики, отражены на спектрах. Для выявления этих источников, определения их местоположения, количественной оценки вклада каждого из этих источников в общий уровень шума требуется провести дополнительные исследования.

Выводы

1. Основным источником шума движущего по асфальтовой дороге автомобиля на скоростях до 30 км/ч является шум турбулентной выхлопной струи.

2. При увеличении скорости движения автомобиля наблюдается рост шума, создаваемого другими источниками (КПП, средним и задним мостами, сцеплением шин с покрытием дороги, неровностями дороги). Кроме того, наблюдается увеличение аэродинамического шума, лежащего в диапазоне частот 5÷10 Гц, однако его уровень меньше шума выхлопной струи на 20 дБ и более.

4. На низких передачах КПП уровень шума турбулентной выхлопной струи ДВС превышает уровни шума других источников на 10 дБ и более, тем самым «маскируя» их влияние на общий уровень шума автомобиля в момент разгона.

5. На высоких передачах КПП количество основных источников шума увеличивается. Они характеризуются следующими параметрами: значения амплитуд соответствуют 85 -95 дБ, значения частот – 400 ...900 Гц.

Литература

- [1] Кочергина К.А., Система сохранения полезной информации и защиты слуха человека на производстве / К.А.Кочергина, С.Ю.Гармонов, А.И.Мавлеев, А.В.Кочергин - Вестник Казанского технологического университета. 2010. №7. С. 189-194.
- [2] Ившин И.В., Гармонов С.Ю., Гаврилов В.Н., Широков М.Е. Виброакустический метод определения технического состояния зубчатых передач // Вестник Казанского технологического университета.- 2009.-№2. - С.120-124.
- [3] Ившин И.В. Разработка виброакустического способа определения технического состояния изделий сложной формы с использованием результатов численного моделирования // Вестник Казанского технологического университета.- 2009.-№2. - С.125-128.
- [4]. ГОСТ 179187-81. Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний.
- [5]. ГОСТ 52231 -2004. Внешний шум автомобилей в эксплуатации. Допустимые уровни и методы измерения.

© А. В. Кочергин – д-р техн. наук, проф., дир. КУИМЦ КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева; Г. И. Павлов – д-р техн. наук, проф., зав. каф. спецтехнологий в образовании КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, pavlov16@mail.ru; С. Ю. Гармонов – д-р хим. наук, проф. каф. инженерной экологии КНИТУ; О. Р. Ситников - канд. техн. наук, доц., проф. каф. спецтехнологий в образовании КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева; К. А. Кочергина – канд. техн. наук, доцент той же кафедры; Л. Н. Саматова – асп. той же кафедры; А. И. Ахметшина – асп. той же кафедры; А. Е. Егоров – асп. той же кафедры.