

## ИССЛЕДОВАНИЕ СУБЪЕКТИВНЫХ И ОБЪЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЗВУКА СИСТЕМЫ ВЫПУСКА ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Краснов А.В.<sup>1</sup>, Кузнецов А.П.<sup>2</sup>, Иванов Д.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Тольяттинский государственный университет

<sup>2</sup>ОАО «АВТОВАЗ», г. Тольятти

### RESEARCH OF SUBJECTIVE AND OBJECTIVE INDICATORS OF SOUND QUALITY EXHAUST SYSTEM OF THE ENGINE OF THE CAR

*Krasnov A.V., Kuznetsov A.P., Ivanov D.A. In work results of researches indicators of sound quality exhaust system engine of the car B-class with use of a hardware-software complex «Sound Quality» are presented. By results analysis of spectra sound levels, loudness, sharpness, roughness, fluctuations sound, and also value judgment of experts, have been revealed the discrete components worsening acoustic qualities of investigated exhaust system engine.*

Важными критериями, определяющими совершенство конструкции, потребительские свойства и конкурентоспособность автомобиля, являются его акустические характеристики. Актуальность их улучшения обусловлена как действием национальных и международных стандартов, регламентирующих уровни шума автотранспортных средств, так и требованиями потребителей. Одной из таких характеристик является качество (привлекательность) производимого автомобилем звука (шума), которое воспринимается субъективно и зависит от физиологических особенностей отдельного человека и, поэтому, является сложнейшим этапом в процессе разработки конструкции. Не секрет, что потребитель зачастую предпочитает звук одной модели автомобиля другой, даже не смотря на то, что первая характеризуется более высокими уровнями звука. Помимо этого особое внимание потребитель обращает на характерные компоненты звука (типа «гул», «вой», «пульсация», «свист»), их наличие квалифицируется в виде дефекта и, как следствие, приводит к снижению потребительской оценки автомобиля. В связи с этим, повышение качества звука, создаваемого узлами и агрегатами автомобиля, является одной из ключевых задач разработки.

При исследованиях качества звука автомобилей и их узлов, авторами используется аппаратно-программный комплекс «Sound Quality», производства фирмы «Брюль и Кьер» (Дания). В его состав входит акусти-

ческий манекен, имитирующий голову и торс человека, устройства регистрации, усиления, воспроизведения и анализа звуковых сигналов, разработанные на основе результатов многочисленных психоакустических экспериментов. Одним из примеров успешного применения данного комплекса является акустическое исследование системы выпуска отработавших газов легкового автомобиля В-класса, вызывавшей нарекание потребителей в отношении «пульсирующего» звука, прослушиваемого снаружи автомобиля на оборотах холостого хода двигателя.

Исследования автомобиля, проводились в несколько этапов. На первом этапе выполнялась бинауральная регистрация звука системы выпуска отработавших газов с использованием двух измерительных микрофонов, смонтированных в ушных раковинах акустического манекена. При этом исследуемый образец автомобиля устанавливался неподвижно в полубезэховой акустической камере, двигатель работал на оборотах холостого хода. Акустический манекен устанавливался снаружи автомобиля на расстоянии 1 метра от заднего бампера (имитация человека, находящегося рядом с автомобилем).

На втором этапе проводилась субъективная экспертная оценка звуков различных комплектаций систем выпуска отработавших газов. В качестве экспертов было привлечено 16 человек разных возрастных

групп (от 27 до 55 лет). Данным экспертам предлагалось прослушать звуки, скомпонованные специальным образом в пары. По результатам проведенной экспертной оценки, системы выпуска отработавших газов различных конструкций и производителей были распределены на кондиционные (рекомендуемые к применению) и некондиционные с точки зрения субъективного восприятия излучаемого ими звука.

На третьем этапе с целью численной оценки качества звука систем выпуска отработавших газов, были определены их объективные показатели, такие как «громкость», «резкость», «грубость», «флуктуация». С использованием программного обеспечения «Sound Quality 7698» было смоделировано исключение раздражающих компонент в звуковом сигнале некондиционных систем выпуска отработавших газов. В результате анализа полученных синтезированных сигналов было выявлено, что неприятный «пульсирующий» звук, определяемый экс-

пертами как «дефектный», выражается в наличии дискретных модулированных (изменяющихся во времени) компонент в диапазоне частот 125...1000 Гц.

В результате проведенной работы, для исключения дефектного звука при эксплуатации исследованного семейства автомобилей В-класса, были внесены соответствующие изменения в технические условия на системы выпуска отработавших газов. Представленный пример совершенствования качества звука автомобиля на стадии его доводки, является лишь частным случаем применения исследовательского комплекса «Sound Quality». Использование информации о показателях качества звука того или иного компонента автомобиля (к примеру, климатической установки, электроусилителя рулевого управления, механизмов закрывания дверей) на ранних этапах проектирования позволяет создавать акустически привлекательную продукцию с высокими потребительскими свойствами.

УДК 539.3

## О РАСЧЕТЕ СТРУКТУРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ОДНОНАПРАВЛЕННЫХ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Макарова Е.Ю., Соколкин Ю.В.

Пермский государственный технический университет

### THE CALCULATION OF THE STRUCTURAL STRESSES IN THE UNIDIRECTIONAL FIBER-REINFORCED COMPOSITE MATERIALS

*Makarova E.Yu., Sokolkin Yu.V. A mathematical model for determining the structural stresses of unidirectional fiber-reinforced periodical and random composites is developed. The local approximation method and the method of periodic components are used to solve the problem.*

В данной статье приводится расчет структурных напряжений в однонаправленных волокнистых композитах с периодической и неупорядоченной структурами. При этом используются два метода решения этой задачи: метод локального приближения и метод периодических составляющих.

Для композитов с тетрагональной и гексагональной укладкой круглых волокон были построены эпюры распределения нормальных и касательных напряжений в матрице вблизи межфазной поверхности при

поперечном растяжении и сдвиге. В качестве связующего однонаправленного волокнистого композиционного материала принималась эпоксидная смола ЭДТ-10 с модулем Юнга  $E_m=2910$  МПа и коэффициентом Пуассона  $\nu_m=0,356$ . Рассматривались изотропные стеклянные и анизотропные углеродные волокна.

В случае одноосного поперечного растяжения значения нормальных и касательных напряжений для композитов с тетрагональной и гексагональной укладкой волокон