



ОПИСАНИЕ ПРОЕКТА

Carcoustics Tech Center GmbH

Шумовые и вибрационные испытания с помощью PULSE в автомобильной промышленности

Германия

Автомобильная промышленность

PULSE™, программные продукты, преобразователи

Carcoustics International GmbH – мировой лидер в разработке, создании и производстве глобальных акустических решений для автомобильной промышленности. Клиенты Carcoustics – многие из ведущих автопроизводителей мира, концентрирующих усилия на рынке пассажирских автомобилей среднего и высокого класса.

Система сбора и анализа данных PULSE и технологии отображения источников шума и акустической голографии активно используются при разработке выгодных и эффективных решений по снижению уровня шума, а также для подтверждения акустических моделей имитации, построенных на основе статистического анализа энергии.

©2004 Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S. All rights reserved

Иллюстрации публикуются с разрешения Carcoustics International GmbH



Эта иллюстрация – графическое окно программы пространственной трансформации звуковых полей 7688 (STSF). На диаграмму наложено цифровое изображение тестируемого объекта (в данном случае – инструментальной панели автомобиля). Особенно важным зонам при отображении присвоены имена, а сами зоны выделены красными и зелеными прямоугольниками. Отображается и усредненная звуковая энергия в каждой зоне. На графике зависимости звуковой энергии от частоты черная кривая – общая

звуковая энергия всей области испытаний. Зеленая и красная кривые обозначают звуковую энергию отдельных областей.

Сила тишины

Рис. 1 Кристина Велькер руководит отделом акустики технического центра Carcoustics в Леверкузене

Компания Carcoustics была основана более 50 лет назад, сегодня у нее 18 объектов в 12 странах, на которых работает около 2200 человек. Carcoustics занимается разработкой и производством решений по воздушному поглощению, звукоизоляции и гашению вибраций для целых автомобилей, их систем и компонентов. Лишь некоторые из клиентов Carcoustics среднего и высокого уровня – это такие знаменитые компании как VW, Daimler Chrysler, BMW, Ford, Audi, GM, Fiat, Jaguar, Renault, Nissan.



Технический центр Carcoustics, находящийся в штаб-квартире компании в Леверкузене, в 20 километрах к северо-востоку от Кельна, обладает внушительными средствами для проведения испытаний и измерений: полубезэховыми камерами, стендом для измерения потерь при передаче, оборудованием для тестирования материалов и большой камерой двухосного динамометра. Вне зависимости от ветра и погоды в этой лаборатории можно анализировать акустические характеристики целого автомобиля с имитацией дорожных условий.

Компания Carcoustics сертифицирована по ISO 14001 и ISO 16949 (стандарт качества в автомобильной промышленности).

Опыт в области акустики

Кристина Велкер (Christine Völker) возглавляет отдел акустики, насчитывающий 15 человек. У нее степень в области физики. Кристина говорит: «В нашем техническом центре в Леверкузене работают сорок человек. Они распределены между предпроектным отделом, отделом акустики и лабораторией испытаний материалов. Кроме этого, у нас есть технический центр в Нови (Novi), штат Мичиган, осуществляющий поддержку американских клиентов и центр в Лихтенштейне, который занимается разработкой алюминиевых тепловых экранов и систем термоизоляции».

Она продолжает: «Шумовые и вибрационные характеристики комплектующих диктует рынок: производители автомобилей и их клиенты; а стратегия достижения оптимального решения и методология тестирования – прерогативы Carcoustics».

Рис. 2 Ральф Бунгенберг проработал в техническом центре Carcoustics девять лет. Он отвечал за проектирование большинства испытательных лабораторий, в том числе, впечатляющей камеры двухосного динамометра

Ральф Бунгенберг (Ralph Bungenberg), эксперт в области акустики, проработал в техническом центре Carcoustics девять лет и отвечал за проектирование большинства испытательных лабораторий компании. Ральфа получил степень в области механики в Кельнском Университете.

Ральф говорит: «У меня большой опыт в технической акустике, и я увлекаюсь проектированием и созданием репродукторов и камер. Мне всегда хотелось построить акустическую лабораторию, так что я сразу согласился на такое предложение, поступившее от Carcoustics. Сейчас я больше занимаюсь акустической имитацией на основе технологий статистического анализа энергии, хотя



и практическими испытаниями приходится заниматься немало, особенно с целью подтверждения математических моделей».

Акустическая имитация

Диапазон продукции Carcoustics широк: от больших панелей выдувного формования, комплектуемых из пенных композитов, до специальных прессованных ковриков для автомобильной промышленности.

Рис. 3 В техническом центре Carcoustics активно применяются программы математического моделирования, позволяющие имитировать акустику решений компании

Компания собирает большую базу данных автомобилей, комплектуемых и результатов применения демпфирующих, изолирующих, поглощающих и термоустойчивых материалов на основе Internet. База содержит первичные спецификации для разработки комплектуемых, спецификации материалов; она позволяет точно предсказать акустические параметры автомобиля при помощи средств имитации, например, AutoSEA.



В былые времена особое внимание уделялось снижению шумов и температуры в отсеке двигателя. Сегодня стратегия Carcoustics заключается в разработке акустических решений для всего автомобиля.

Запросы на более тихий автомобиль

Ральф говорит: «Первое впечатление клиента, входящего в демонстрационный зал – зрительное, а второе – это звук, возникающий в момент открытия двери. В Германии более 60% процентов жалоб в отношении новых автомобилей связаны с шумами и вибрациями».

Рис. 4 Камера двухосного динамометра Carcoustics. Современнейшая лаборатория позволяет анализировать акустические характеристики целого автомобиля с имитацией дорожных условий

Он поясняет: «Запросов на более тихие и комфортные автомобили все больше. Наши клиенты – наши партнеры, и наша общая цель – разрабатывать новые, выгодные решения, снижающие воздушные шумы. Мы часто разрабатываем акустические решения на самых ранних стадиях проектирования автомобиля. Для имитации акустических параметров новых автомобилей мы активно используем математические модели. Это сильно уменьшает необходимое число прототипов и испытаний, сокращая время вывода на рынок».



После согласования спецификации на компонент, которая рассчитывается с точки зрения оптимизации цены, веса и рабочих характеристик, начинается создание и интенсивное тестирование прототипов.

Акустические измерения

Средства

Технический центр Carcoustics имеет в своем распоряжении множество средств испытаний на шумы и вибрации. В их числе – огромная камера двухосного динамометра, позволяющая анализировать акустические параметры автомобиля с имитацией дорожных условий. Можно проводить испытания автомобиля с имитацией нагрузки, торможения и ускорения на скорости до 200 км/ч с точной имитацией дорожного/уличного шума. Динамометр может быть активным или пассивным, а в пассивном режиме рассчитывать нагрузку конкретного автомобиля. В активном режиме он может генерировать шум источника согласно математическим моделям. В этой камере технологии STSF используются для исследования результатов применения комплектующих в автомобиле, например, при снижении шума двигателя.

Имеются небольшие полубезэховые камеры, которые используются для тестирования комплектующих и целых систем, а также несколько стендов для измерения потерь при передаче. Есть также полубезэховая камера среднего размера, вмещающая целый автомобиль. Она оснащена системой отвода выбросов, позволяющей запускать двигатель без нагрузки и системой, имитирующей плеск воды, попадающей на кузов автомобиля.

Ральф говорит: «Мы разработали уникальный точечный источник многомерного поля гомогенного шума в кабине машины (защищен патентом). Сначала мы проводим измерение внутри, а затем снаружи – с помощью техник NSI или STSF, после чего находим корреляцию между результатами.

У Carcoustics есть также специальный стенд для проведения измерений на днище автомобиля. В нем применяются шесть широкополосных репродукторов, на которые подается белый шум. Такие испытания особенно удобны при тестировании шумопоглощающих характеристик ковров; основное преимущество в том, что тестируемый компонент лежит на своем месте: ковер – на днище, а обивка крыши – прикреплена к панели крыши. Измерения проводятся в полосе от 315 Гц до 10 кГц.

Сбор данных

Партнерство Carcoustics и Brüel & Kjær длится более 20 лет. В 2002 году была приобретена 24-канальная система сбора и анализа данных PULSE, в основном, для определения источника шума и испытаний по акустической голографии. Также PULSE используется для измерения вибраций с помощью доплеровского лазерного виброметра. Кроме этого у Carcoustics есть собственный трек для тестирования внешнего шума, сертифицированный по ISO 362.

Рис. 5 Слева: При испытаниях на потери при передаче в отверстие вставляется вся приборная панель. В левом нижнем углу виден датчик силы звука, установленной на автоматической системе управления



Справа: крупный план датчика силы звука 3548



Ральф объясняет: «Имитация уменьшает время разработки, увеличивает число вариантов и подчеркивает необходимость практических испытаний, которые могут подтвердить акустические параметры наших решений. Для испытаний на потери при передаче

в крупных модулях: панелях управления, днищах и дверях, - мы пользуемся PULSE, набором датчиков силы звука 3599, вращающейся стрелой для микрофона 3923, управляющим роботом и программой для обнаружения источника звука. Это позволяет нам определить акустические свойства всего компонента».

Рис. 6 Источником шума в реверберационной камере стенда для тестирования потерь при передаче служит источник OmniPower 4296 с усилителем мощности 2706

Он поясняет: «Качество Brüel & Kjær превосходно, а PULSE – отличная стандартная платформа для шумовых и вибрационных испытаний: от простых измерений уровня звука до сложных задач акустической голографии. Система позволяет нам мгновенно создавать отчеты по нашим собственным шаблонам».



В первую очередь компонент испытывается без шумопоглотителя. Затем добавляется решение Carcoustics. В зависимости от конкретного компонента или узла может выполняться от пяти до тридцати испытаний, после чего результаты сравниваются и анализируются. Шумовые и вибрационные характеристики испытываемого объекта либо определяются Carcoustics на основе огромного опыта, либо указываются клиентом, исходя из итоговых шумовых и вибрационных требований к автомобилю или компоненту.

Белый шум от встроенного в PULSE генератора проходит через усилитель мощности 2706 и попадает на источник OmniPower 4296 (12 репродукторов, расположенных в форме додекаэдра).

Для построения диаграммы тестируемого объекта в полуме частот от 200 Гц до 10 кГц выполняется до 3200 измерений в разных точках.

Ральф говорит: «Каждое испытание занимает два-три часа. В зависимости от объекта мы делаем от пяти до тридцати разных измерений, а данные сравниваются с результатами предыдущих тестов в процессе анализа. Результаты наших испытаний вполне ценны».

Ральф продолжает: «Устанавливается корреляция между измерениями по определению источника звука и результатами тестирования материалов. Ну и конечно же, мы проводим множество измерений силы звука с помощью PULSE и CPB-анализа. У нас около 100 микрофонов, большинство из них - Brüel & Kjær. До и после каждого испытания мы калибруем микрофоны с помощью калибратора уровня звука 4231.

Тестирование материалов

Для испытания механических и акустических свойств материалов в распоряжении Carcoustics имеется труба сопротивления Brüel & Kjær 4206, усилитель мощности 2716C и Complex Modulus Apparatus Type 3930 (для проведения анализа по Оберсту). Сбор данных осуществляется с помощью двухканального анализатора Brüel & Kjær 2035.

Пространственная трансформация звуковых полей

Рис. 7 Ральф Бунгенберг работает с PULSE и программой пространственной трансформации звуковых полей (STSF) 7688 в одной из полубеззвоных камер Carcoustics. На заднем плане видна система автоматического управления набором микрофонов

Ральф продолжает: «Мы расширяем возможности использования PULSE в акустической голографии за счет применения программы пространственной трансформации звуковых полей (STSF) 7688; мы планируем и в будущем применять для этого STSF. Сейчас мы учимся интерпретировать результаты измерений. Понятно, что STSF даст нам ряд преимуществ».



Он поясняет: «Во-первых, это существенно уменьшит время измерений. За счет STSF мы будем получать непосредственно картинки, а цифровое изображение объекта легче наложить на диаграмму. Это очень полезно для создания отчетов и при обсуждениях с клиентами. Но, вероятно, самое любопытное преимущество, это возможность легко вычислить шумоподавление в конкретной точке и искать решение».

Рис. 8 Набор ковриков для Jaguar серии XJ

Далее мы можем поменять материал, например, сделать цельный компонент с пенной основой толще или тоньше в определенном месте. Это означает, что мы можем позиционировать свое решение и предложить клиентам наиболее выгодное и эффективное шумоподавление».



В американском техническом центре Carcoustics тоже есть PULSE. «По нашей внутренней сети мы легко можем обмениваться с коллегами материалами, а при необходимости, и целыми проектами PULSE», - говорит Ральф.

Расширение сферы деятельности и новые рынки

Carcoustics постоянно расширяет сферу своей деятельности в акустике автомобиля. Так, компания недавно приобрела в Великобритании завод, занимающийся производством ковровых материалов для автомобилей, а современнейшая машина для прессования ковров была недавно установлена в техническом центре в Леверкузене.

Carcoustics по-прежнему оказывает услуги своим клиентам, предоставляя новые, легкие и эффективные средства управления акустическими и температурными параметрами, а также выводит их на новые рынки: коммерческих транспортных средств и тяжелых грузовиков, а также выходит на азиатский рынок.

Ключевые моменты

Рис. 9 Для сбора данных программа пространственной трансформации звуковых полей (STSF) 7688 использует набор микрофонов с автоматическим управлением

- Carcoustics International GmbH – мировой лидер в разработке, создании и производстве глобальных акустических решений для автомобильной промышленности.
- Carcoustics занимается разработкой и производством решений по воздушному поглощению, звукоизоляции и гашению вибраций для целых автомобилей, их систем и компонентов
- Клиенты Carcoustics – многие из ведущих автопроизводителей мира
- Компания Carcoustics сертифицирована по ISO 14001 и ISO 16949
- «Запросов на более тихие и комфортные автомобили все больше»
- Партнерство Carcoustics и Brüel & Kjær длится более 20 лет
- В 2002 году была приобретена 24-канальная система сбора и анализа данных PULSE
- «Качество Brüel & Kjær превосходно, а PULSE – отличная стандартная платформа для шумовых и вибрационных испытаний»
- «Мы расширяем возможности использования PULSE в акустической голографии за счет применения программы пространственной трансформации звуковых полей (STSF) 7688»
- «Понятно, что STSF даст нам ряд преимуществ»
- Carcoustics постоянно расширяет сферу своей деятельности в акустике автомобиля
- Carcoustics по-прежнему оказывает услуги своим клиентам, предоставляя новые, легкие и эффективные средства управления акустическими и температурными параметрами, а также выводит их на новые рынки: коммерческих транспортных средств и тяжелых грузовиков, а также выходит на азиатский рынок.

