

ОПИСАНИЕ ПРОЕКТА

Pirelli Reifenwerke

Акустический и вибрационный анализ шин

Германия

Автомобильная промышленность

PULSE™, преобразователи, программное обеспечение

Более чем столетний опыт разработки шин вылился в высочайшую безопасность, надежность и комфортность продукции Pirelli. Возможности современных технологий и любовь к вождению позволяют инженерам Pirelli идти вперед семимильными шагами. Каждая шина Pirelli – это не только ее характеристики, но и «чувство дороги», а также связь с водителем, который лучше понимает свой автомобиль.

Для записи и анализа шумов и вибраций шины во время испытаний на инерционное вращение в полубезэховой камере Pirelli Reifenwerke использует систему сбора и анализа данных PULSE.



Лидер на мировом рынке

В автомобильной промышленности имя Pirelli стало синонимом высококлассных, надежных, долговечных и качественных шин для легковых автомобилей, грузовиков и мотоциклов. Компания Pirelli – лидер мирового рынка и является поставщиком таких компаний как Mercedes, BMW, Volkswagen, Audi и Porsche. На заводе Pirelli Reifenwerke в Хёхсте (Höchst), расположенном в 70 километрах к юго-востоку от Франкфурта (Германия) работают 3000 человек, производящих ежедневно более 20000 шин, что при работе без выходных позволяет выпускать около восьми миллионов шин в год.

Штаб-квартира и главный исследовательский центр Pirelli находятся в итальянском Милане. Шины производятся в Хёхсте и на других площадках, в том числе, в Турине (Италия). Большая часть шин для грузовиков делается в Турции. Несколько лет назад Pirelli приобрела компанию Metzeler – известного производителя шин для мотоциклов.

Около 30% шин Pirelli продаются непосредственно автопроизводителям. Эта высокая цифра очень важна для Pirelli. Остальные 70% распространяются поставщиками шин по всему миру в качестве замены.

В поиске более тихих шин

Рис. 1 Бернд Заттлер – специалист в области акустики. Он работает в Pirelli более 18 лет

Бернд Заттлер (Bernf Sattler) – глава отдела шумовых и вибрационных испытаний Pirelli в Хёхсте. У него степень в области механики и он занимается в Pirelli акустикой уже более двадцати лет.



Г-н Заттлер говорит: «Шум шин – вопрос, важность которого все возрастает. Наша цель – делать более тихие шины, не жертвуя при этом долговечностью и безопасностью. Например, мокрые шины, как правило, шумят больше сухих, так что мы стремимся достичь максимального сцепления с дорогой, понизив при этом шум до уровня, который не скажется на безопасности, ведь безопасность – наша основная забота. Мы тестируем шины для автомобилей и мотоциклов. Объемы тестирования мотоциклетных шин сильно возрастают».

Он продолжает: «Результаты шумовых и вибрационных испытаний, как правило, используются при разработке новых, более бесшумных шин, но кроме этого мы сравниваем их с шинами наших конкурентов».

Современная испытательная лаборатория

Рис. 2 Полубезэховая камера на фабрике Pirelli в Хёхсте

В конце 1980-х господин Заттлер активно занимался разработкой и постройкой здания лаборатории: полубезэховой камеры, средствами и методологией испытаний, - это было темой его кандидатской работы.

Г-н Заттлер объясняет: «Сегодня мы записываем данные контролируемых испытаний на инерционное вращение, которые проходят в нашей полубезэховой камере площадью 10х7 метров, при помощи системы сбора и анализа данных PULSE. Критическая частота камеры – 170 Гц, а отражающие свойства пола аналогичны дорожному покрытию».



Рис. 3 Диспетчерская комнаты акустических испытаний.

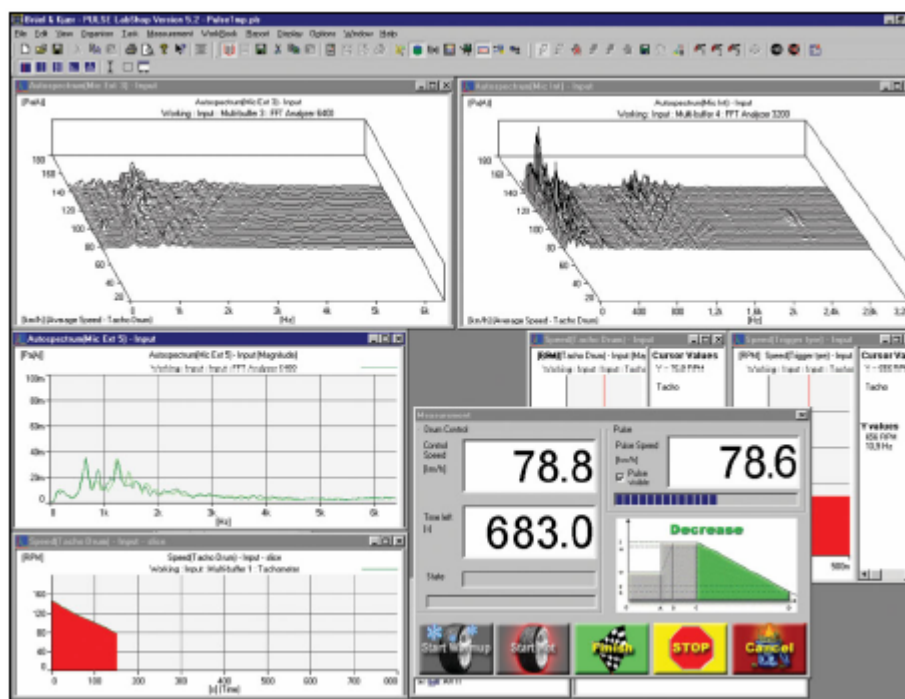
«Благодаря встроенному в пол отоплению и хорошей термоизоляции температура в полубезэховой камере всегда составляет 23°C. Мы стараемся, чтобы температура «безопасной для ходьбы» поверхности барабана динамометра составляла 20°C. Наши исследования показывают, что на каждые 10°C превышения температуры в 20°C шум меняется на 0,3 дБ, а на каждые 10°C ниже 20°C – на 0,6 дБ. Поэтому перед каждым испытанием мы прогреваем шину на протяжении 10 минут при скорости 80 километров в час».



Диаметр электрического барабана динамометра составляет два метра, а толщина – 40 см. Двигатель расположен отдельно, за звукоизолирующим слоем, так что он не влияет на точность экспериментальных данных.

Тестирование

Рис. 4 Стандартное окно тестирования шины. Оси гистограмм размечены в Па, а не дБ, что облегчает понимание.



В камере акустических испытаний регистрируется зависимость шума и вибрации шины от скорости. Тест на инерционное вращение проводится на протяжении двенадцати минут при тщательно контролируемом изменении скорости от 180 до 20 км/ч. По каждому каналу подсчитывается общий взвешенный уровень, проводится БПФ-анализ спектра и порядка.

Во время тестирования один микрофон размещается в автомобиле, а два других – вне него, в дальней зоне (Brüel & Kjær Type 4190). На корпусе автомобиля, как можно ближе к тестируемой шине размещается трехосный акселерометр 4321. Согласование преобразователей и PULSE производится с помощью двух четырехканальных усилителей согласования NEXUS™.

В рамках одного измерения можно измерить следующие параметры:

- Общий уровень в зависимости от скорости

- Уровень определенной частоты в зависимости от скорости
- Порядок в зависимости от скорости
- БПФ в зависимости от скорости

Процедуры анализа:

- БПФ-анализ в виде гистограммы
- Анализ порядка гистограммы
- БПФ-анализ в виде диаграммы
- Анализ порядка в виде диаграммы

Два сигнала от тахометра поступают с фотоэлектрических датчиков ММ 0024. Один датчик выдает число оборотов шины в минуту при выполнении анализа порядка. Второй фотоэлектрический датчик выдает данные о скорости барабана динамометра дорожной поверхности (в км/ч).

В Германии внутренний микрофон помещают на сиденье водителя, так что шум шин вычисляется именно в этой точке. В Италии его устанавливают в центре автомобиля, получая представление об общем уровне шума в кабине.

Испытания всегда проводятся на ведомой оси (т.е. на передней оси BMW, задней оси Audi). Для испытаний на другой оси необходимо отсоединить карданный вал или дифференциал.

Рис. 5 Для испытаний мотоциклетных шин используется специальное крепление

Для испытаний мотоциклетных шин используется специальное крепление

При измерениях внешнего шума шин наиболее интересны частоты около 1 кГц. Для измерений внутри машины важнее более низкие частоты.



Г-н Заттлер продолжает: «Стандартная процедура тестирования предполагает, что для каждого канала проводится БПФ-анализ спектра и анализ порядка с учетом скорости шины. Мы измеряем уровень звукового давления при каждом изменении на 1 км/ч, таким образом, выполняется 160 измерений. Измерения БПФ и анализ порядка выполняются при каждом изменении скорости на 2 км/ч, то есть всего мы получаем 80 значений. Измерения с помощью как внешнего так и внутреннего микрофонов проводятся в полосе частот 0-6,4 кГц».

Для внутреннего микрофона установлены три различных частотных диапазона БПФ:

- 0-800 Гц
- 0-3,2 кГц
- 0-6,4 кГц

На рисунке 4 приведено стандартное окно программы во время тестирования шума. На нем изображены (слева направо и сверху вниз):

- o Гистограмма внешнего микрофона
- o Гистограмма внутреннего микрофона
- o Спектры внешних частот
- o Скорость барабана (км/ч)
- o Скорость шины (об/мин.)
- o Зависимость скорости от времени

Обычно тестирование одного автомобиля, включая время подготовки, занимает около одного дня. В стандартном испытании задействуется от пяти до восьми комплектов шин. Один из них - продукция конкурента, а еще один – образец уже существующей продукции Pirelli, который используется в качестве базового для новой модели.

PULSE

Г-н Заттлер говорит: «Мы применяем анализаторы, уровнемеры, преобразователи и калибровочные устройства Brüel & Kjær уже почти двадцать лет. Они считаются лидером мирового рынка сфере измерений шумов и вибраций».

Он продолжает: «Мы знаем, что PULSE – простая в эксплуатации и точная измерительная платформа. Важно, что мы смогли увидеть PULSE в работе, и получить сразу все из одного источника. Это дает уверенность в том, что все комплектующие подходят и нормально работают вместе. Вот почему мы выбрали PULSE».

Программное обеспечение Akustec – ARTI



Пять лет назад Бернд Заттлер и его коллега Массимо Мортарино из Милана совместно с немецкой компанией Akustec, базирующейся недалеко от Мюнстера, разрабатывали специальный пользовательский интерфейс для своих платформ сбора данных PULSE.

Г-н Заттлер объясняет: «Программное обеспечение PULSE автоматически запускается в фоновом режиме и работает под управлением программы Akustec ARTI (Anechoic Room Tyre test International – Международные испытания шин в безэховой камере). Она же управляет скоростью барабана, проводит измерения, отображает результаты, сохраняет и получает информацию из базы данных Oracle. После запуска системы контроль всех параметров теста осуществляется полностью автоматически. Средствами программы ARTI можно легко создать новый шаблон».

Рис. 6 Специализированное программное обеспечение ARTI, разработанное компанией Akustec, штаб-квартира которой находится в Мюнстере, в Германии

Полный набор функций всей системы измерения шумов включает в себя:

- Калибровку акустических каналов
- Управление параметрами подготовки и заголовками данных
- Настройку каналов и анализа
- Настройку условий запуска и модернизации
- Передачу заданных значений скорости испытательному стенду для применения определенного профиля изменения скорости
- Визуализацию данных во время вращения по инерции
- Получение данных от PULSE
- Хранение данных и управление базой данных
- Управление записью данных о времени в системе PULSE
- Графическое отображение результатов теста для просмотра, редактирования и сравнения
- Создание отчетов по указанным диапазонам данных
- Экспорт данных в формате ASCII



Г-н Заттлер добавляет: «Для нас очень важна возможность немедленно сравнивать данные о шумовых характеристиках различных типов шин. Это возможность Akustec ARTI недавно была модернизирована, теперь мы можем легко и быстро сохранять, получать и сравнивать данные об испытаниях».

«Мы можем выбрать сохраненные результаты испытаний до пяти различных шин и наложить их на экране. Можно выбирать большое число разных параметров испытаний, например, скорость и уровень звукового давления в дБА, при этом выбранный график отображается более толстой линией, а на экране отображается его значение в той точке, в которой находится курсор. Общие параметры, относящиеся ко всем испытываемым шинам, отображаются в верхней части экрана, а меняющаяся информация – в нижней. Это прекрасный инструмент, которым очень легко пользоваться».

«Вся система сбора данных о шумах и вибрациях надежна, стабильна и проста в работе. Brüel & Kjær и Akustec оказывают нам превосходную техническую поддержку, я ей очень доволен».

Субъективные испытания

В Pirelli есть небольшая, но очень опытная группа, которая проводит субъективные испытания на местных дорогах вокруг Хёхста. Это позволяет г-ну Заттлеру и его коллегам получить более общее представление и соотнести дорожный шум в реальных условиях с результатами, полученными в лаборатории.

Измерения внешнего шума

Для испытаний на внешние шумы Pirelli использует соответствующий стандартам ISO трек на территории небольшого аэропорта в 20 километрах от Хёхста. Поверхность трека покрыта асфальтом стандарта ISO, длина составляет 600 метров, а ширина – 15.

Система измерения внешних шумов Brüel & Kjær 3558 с двухканальным анализатором порядка 2145 установлена в фургоне, переделанном в передвижную лабораторию. Данные о скорости собираются с помощью радарной установки ZZ 0231.

Для испытаний используются две специальных «бесшумных» машины с акустической изоляцией (Toyota и BMW). Данные о шумах собираются на выкате при изменении скорости от 90 до 40 километров в час. Скорость в зоне испытаний относительно постоянна. Для расчета параметров шума используются методы регрессионного анализа.

Сертифицированный ISO трек используется также для сертификации внешних шумов новых автомобилей. Европейский стандарт ISO допускает максимальный уровень шума 74 дБА, который вычисляется на основе наивысшего значения шума при максимальном ускорении на второй и третьей передаче после приближения к зоне испытаний с постоянной скоростью 50 км/ч.

Управление данными и создание отчетов

В главном исследовательском центре Pirelli в Милане установлена такая же система PULSE, как и та, которая используется для сбора информации при испытаниях. Там также применяется специальное программное обеспечение ARTI от Akustec.

Г-н Заттлер объясняет: «У нас в постоянном пользовании есть коммуникационная линия, связывающая нас с коллегами в Милане. Поскольку системы сбора данных идентичны, мы можем легко и быстро обмениваться информацией. Кроме этого мы

посылаем в Милан копии окончательных отчетов. Системы сбора данных работают под управлением Windows® NT®.

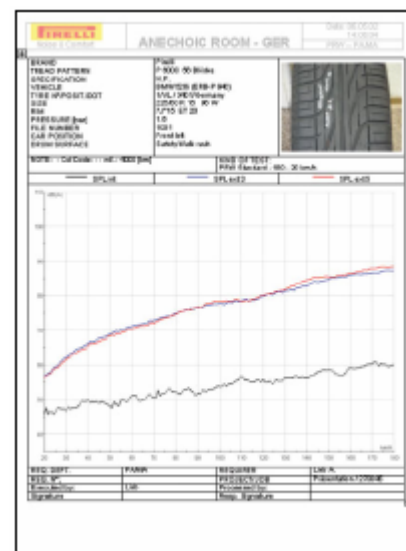
Рис. 7 Пример отчета в Microsoft® Word

Результаты испытаний экспортируются в файлы формата ASCII. Печатные копии отчетов мгновенно генерируются Microsoft® Word в автоматическом режиме сразу после окончания теста.

Есть также возможность при необходимости архивировать данные на стример и получать их оттуда. Отчеты отсылаются в отделы R&D в Хёхсте и Милане.

Кроме этого программа ARTI и все данные испытаний имеются на компьютерах отделов R&D.

Г-н Заттлер добавляет: «Она полностью «интерактивна», а сравнение сохраненных данных о других шинах позволяет нам точно предсказать шум новой шины еще до ее создания. Это существенно сокращает время разработки и снижает ее стоимость, так как мы можем производить гораздо меньше опытных прототипов».



Будущее

В заключение г-н Заттлер говорит: «Сейчас мы раздумываем о покупке новой системы PULSE. Нам нужна мобильная система сбора данных для решения проблем и проведения испытаний на площадках наших OEM клиентов. Испытания будут проводиться с помощью нескольких микрофонов внутри кабины и позволят нам сравнить уровень шума различных шин с результатами, полученными ранее на нашем испытательном стенде».

Ключевые моменты

- Pirelli – синоним высококлассных, безопасных, долговечных и качественных шин
- Pirelli – OEM поставщик шин крупнейшим автомобильным компаниям
- Завод Pirelli Reifenwerke ежегодно производит около восьми миллионов шин
- Дорожный шум шин – вопрос, важность которого постоянно возрастает
- Pirelli стремится производить более «тихие» шины без ущерба безопасности
- Pirelli пользуется продукцией Brüel & Kjær более двадцати лет
- 8-канальные системы сбора и анализа данных PULSE используются для записи и анализа шумов и вибраций шин
- «Brüel & Kjær считаются лидером мирового рынка сфере измерений шумов и вибраций»
- Akustec разработал специальный пользовательский интерфейс ARTI – испытания контролируются автоматически
- «Вся система сбора данных о шумах и вибрациях надежна, стабильна и проста в работе. Brüel & Kjær и Akustec оказывают нам превосходную техническую поддержку»
- «Она полностью «интерактивна», а сравнение сохраненных данных о других шинах позволяет нам точно предсказать шум новой шины еще до ее создания. Это существенно сокращает время разработки и снижает ее стоимость, так как мы можем производить гораздо меньше опытных прототипов»

HEADQUARTERS: DK-2850 Nærum · Denmark · Telephone: +45 4580 0500
Fax: +45 4580 1405 · www.bksv.com · Info@bksv.com

Australia (+61) 2 9889 8888 · Austria (+43) 1 865 74 00 · Brazil (+55) 11 5188 8166
Canada (+1) 514 695 8225 · China (+86) 10 680 29906 · Czech Republic (+420) 2 6702 1100
Finland (+358) 9 755 950 · France (+33) 1 69 90 71 00 · Germany (+49) 421 17 67 0
Hong Kong (+852) 2546 7466 · Hungary (+36) 1 215 63 05 · Ireland (+353) 1 807 4083
Italy (+39) 0257 68061 · Japan (+81) 3 5715 1612 · Republic of Korea (+82) 2 3473 0505
Netherlands (+31) 318 55 9290 · Norway (+47) 66 77 11 55 · Poland (+48) 22 816 75 56
Portugal (+351) 21 416 9040 · Singapore (+65) 377 4512 · Slovak Republic (+421) 25 443 0701
Spain (+34) 91 659 0820 · Sweden (+46) 8 449 8600 · Switzerland (+41) 44 6807 035
Taiwan (+886) 2 2502 7255 · United Kingdom (+44) 14 36 739 000 · USA (+1) 800 332 2040

Local representatives and service organisations worldwide

Brüel & Kjær 