ОПИСАНИЕ ПРОЕКТА

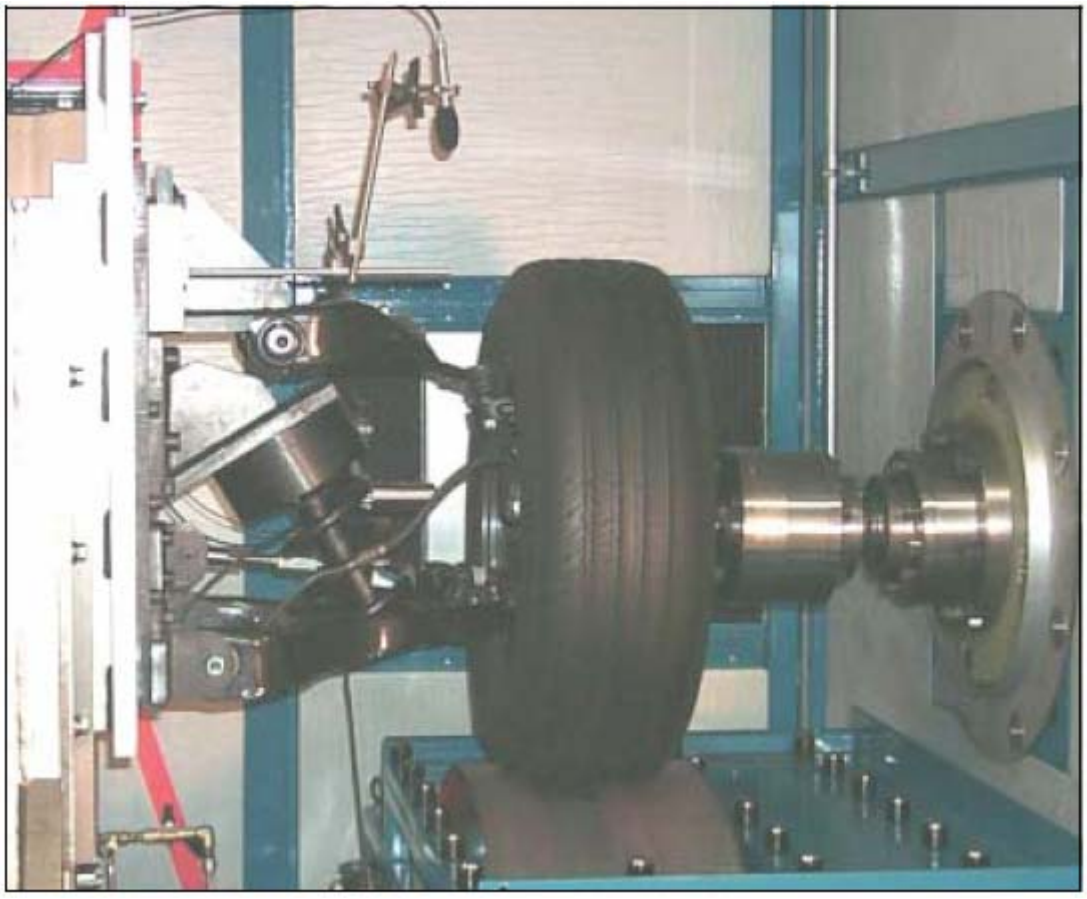
Link Engineering Company

Тестирование ШВХ тормозных систем

Соединенные Штаты Америки
Автомобильная промышленность
PULSE, преобразователи

Link Engineering Company занимается разработкой и производством испытательных систем для автомобильной, авиационной, железнодорожной и других отраслей промышленности уже 65 лет. Ее системами пользуются крупнейшие производители автомобилей и запчастей по всему миру. Link разрабатывает и производит множество систем испытаний шумовых и вибрационных характеристик (ШВХ). Компания готова выполнять проекты и под ключ. Тестирование ШВХ тормозных систем – одна из областей деятельности Link. Компания является мировым лидером в разработке систем испытаний ШВХ тормозных систем и анализа тормозов.

В качестве платформы анализа ШВХ Link отдает предпочтение анализатору PULSE™ производства Brüel & Kjær. За последние 18 месяцев была произведена поставка примерно 15 систем.



Компания

Г-н Герберт Линк (Herbert Link) основал Link Engineering в 1935 году. Компания всегда занималась разработкой и производством испытательных систем для автомобильной, авиационной, железнодорожной и других отраслей промышленности. Компания находится в полной собственности семьи.

Компания базируется в Плимуте, штат Мичиган, ее штат составляет около 250 человек. Основной рынок – это автомобильная индустрия, где особое внимание уделяется тестированию и анализу ШВХ тормозов: от небольших тормозных динамометров для тестирования материалов, из которых изготавливаются тормоза, до установок мощностью 20000 лошадиных сил, для тестирования тормозных систем самолетов.

Link разрабатывает и производит полный спектр средств тестирования и оценки автомобилей в условиях лаборатории, испытательного трека и на дороге, в том числе:

- Динамометры тормозов, трансмиссии и шасси
- Динамометры шасси автомобилей и самолетов
- Системы описания материалов
- Системы сбора данных об автомобиле и преобразователи

Лидер на рынке

Link – лидер на своем рынке и поставляет системы тестирования ШВХ ведущим мировым автопроизводителям (OEM), производителям тормозов и тормозных систем (класс 1) и производителям материалов для тормозов (класс 2). В компании очень высок уровень вертикальной интеграции. Отдельные компоненты приобретаются (или производятся Link), а полностью оснащенные динамометры поставляются во все уголки планеты. На сегодняшний день Link установил по всему миру более ста систем сбора данных об автомобилях.

Испытательная лаборатория

Испытательная лаборатория Link оснащена тридцатью динамометрами и занимает площадь в 135000 квадратных футов. Она проводит тестирование по заказу сторонних компаний-клиентов, предлагая им следующие услуги:

- Оценка ШВХ продукта (компоненты и сложные системы): от исследований больших партий и удовлетворенности пользователей до глубинного сверхсовременного тестирования и анализа
- Исследования первопричин, оценка механизмов, источников, путей передачи и реакций
- Измерения внешнего и внутреннего шума автомобиля, вибраций, в том числе измерения температуры и напряжения

Тестирование ШВХ тормозов

***Рис. 2** Новый динамометр ШВХ Link в испытательной лаборатории компании*

ШВХ тормозной системы автомобиля - важнейший аспект его восприятия клиентом. Поэтому очень важно, чтобы оценка ШВХ соответствовала реальным шумам автомобиля. В тоже время динамометры для измерения ШВХ тормозов должны позволять проводить детальные исследования динамики торможения и процесса генерации шумов, чтобы можно было получить информацию, необходимую для улучшения работы.

***Рис. 2** Панель управления динамометром в испытательных лабораториях Link*

Лабораторий такого уровня, готовых проводить независимые исследования по контракту, почти нет. В своей испытательной лаборатории в Детройте Link установил современный динамометр ШВХ. Он позволяет проводить испытания по всем существующим и планируемым методикам тестирования тормозов.

Испытания ШВХ тормозов

Проведение тестов, которые воспроизводят ШВХ тормозных систем автомобиля – сложная задача. Часто требуется исследовать большой массив параметров работы, с тем, чтобы понять, где возникает шум. Для квантификации шумов и вибраций тормозов при таких операциях используются микрофоны и акселерометры.

Компоненты тормозной системы заключаются в камеру, чтобы измерения шумовых характеристик были точны, и на них не влияли другие источники шума. Кроме того, эти камеры призваны заменять собой внешнюю среду автомобиля: отражающее днище и поглощающие звук стены имитируют часто встречающееся на дороге свободное поле над отражающей поверхностью.

Стандарты оценки тормозов

***Рис. 3** Привод динамометра в испытательной лаборатории Link (см. рис. 1)*

Существует два повсеместно признанных стандарта оценки шума тормозов. Первый называется AK Noise Procedure (Шумовая процедура АК). Этот протокол предполагает более 1000 нажатий на тормоз и состоит из эпизодов замедления и торможения, что должно позволить получить обширный спектр шумов тормозов.

Второй основной стандарт ШВХ тормозов – SAE J2521. Его процедура существует пока лишь в виде проекта, однако она уже повсеместно применяется для оценки шума. Этот протокол разработан на основе передового опыта и знаний о причинах возникновения шума тормозов; он предполагает более широкий набор операций торможения.

Новый динамометр Link можно использовать не только для описанных выше испытаний, но и для специальных исследовательских программ. Современная программная среда ProLink (на основе Windows® 2000) позволяет быстро формулировать и применять новые протоколы испытаний. Можно применять широкий спектр контрольных и измерительных алгоритмов.

Стандартная спецификация системы тестирования ШВХ тормозной системы

Link разрабатывает и производит множество динамометрических систем тестирования ШВХ тормозов. Конкретные спецификации формулируются в соответствии с индивидуальными требованиями клиента.

Чтобы продемонстрировать стандартные возможности современной системы тестирования ШВХ тормозов, мы приводим спецификацию динамометра (рис. 1), установленного в испытательной лаборатории Link:

- 0-2000 об./мин.

- Вращательное усилие до 5600 Нм
- Инерция – 10-200 кг/м^2
- Пневматический/гидравлический тормоз
- Максимальное давление тормоза – 200 бар
- Возможность тестирования на полной оси и на подвеске
- Шумовая камера 3,4x2,1x2,2 м с термоизоляцией и акустической изоляцией
- Автоматическое и ручное управление
- Контроль вращательного усилия, давления, температуры, времени и замедления
- Торможение, полная остановка и другие схемы тестирования

Акустическая система

Достаточно низкого уровня фоновых шумов внутри автомобиля можно добиться за счет сочетания снижения шумов с поглощением шумов. При этом можно проводить точные измерения всех шумов в диапазоне 500 – 20000 Гц. Система также монтируется для того, чтобы обеспечить полную вибрационную изоляцию от остальных частей динамометра и прочих имеющихся в здании источников механической энергии. Измеряются лишь шумы и вибрации тормозной системы.

Для того, чтобы снизить длительность цикла и поддерживать в системе постоянную температуру, в нее подается воздух для охлаждения. Скорость подачи воздуха можно регулировать так, чтобы добиться наибольшего охлаждения при минимизации внешнего шума для данного сценария измерений.

Инверсия задней бабки

Важнейшее преимущество динамометра, установленного в испытательной лаборатории Link – это возможность смонтировать на нем всю угловую секцию автомобиля или жесткую ось. Для того, чтобы точно воссоздать шум автомобиля, особенно в низкочастотной области, необходимо проводить тесты непосредственно на подвеске автомобиля. Динамометр позволяет смонтировать подвеску, при этом тормоз работает от шпинделя или бокового выступа ротора.

Сбор данных и система анализа

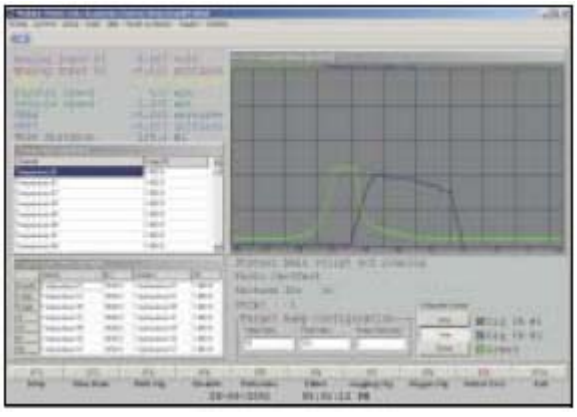
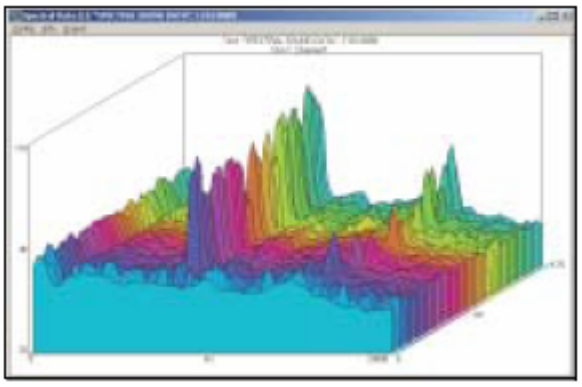


Рис. 4 *Программное обеспечение ProLink обладает интуитивно понятным графическим интерфейсом, повышает скорость и гибкость сбора и сохранения нужных данных об испытаниях*

Динамометр в испытательной лаборатории Link работает с мультианализатором PULSE производства Brüel & Kjær. Система измерений шумов и вибраций на основе компьютера осуществляет сбор данных, измерения, обработку, документирование и анализ параллельно с измерением экспоненциальных, линейных, пиковых и усредненных спектров. В системе предусмотрено программное обеспечение для анализа шумов, записи данных о времени и отслеживания порядка.

***Рис. 5** Гистограмма содержит много графической информации*



Спецификация PULSE

- Восемь входных каналов
- Диапазон измеряемых частот 0-25,6 кГц
- Программное обеспечение PULSE Noise and Vibration Analysis Type 7700 с возможностью прямой записи на диск
- Измерения в режиме реального времени по всем каналам до 25 кГц
- Микрофоны и акселерометры для всех стандартных испытаний и более сложных исследовательских работ.

Законченная современная система управления динамометром и сбора данных Lnk Engineering – основной компонент всех динамометров Link. Программа PULSE работает в фоновом режиме под управлением программного пакета Link ProLink на платформе Windows® 2000. ProLink оснащен интуитивно понятным пользователю графическим интерфейсом, и позволяет повысить скорость и гибкость сбора и сохранения всех необходимых данных тестирования. Возможна регистрация скорости, вращательного усилия, до восьми видов температуры, относительной влажности, давления и многих других параметров.

Инженерный опыт

***Рис. 6** Дипломированный инженер, кандидат наук Джим Томпсон занимает пост исполнительного директора Link по продажам и маркетингу*

Дипломированный инженер, кандидат наук Джим Томпсон (Jim Thompson) занимает пост исполнительного директора Link по продажам и маркетингу. Он – эксперт в области ШВХ.

Джим получил степень бакалавра в Политехническом институте и Университете штата Вирджиния, а диплом магистра в области механики и степень кандидата наук – в Университете Пердью. Тема его кандидатской диссертации – «Шум малых двигателей».

Джим работает в Link три года, возглавляет отделы ШВХ, продаж и маркетинга, а кроме этого отвечает за современные инженерные технологии Link.

Джим говорит: «Шум тормозов в США является главным пунктом гарантии. Производители автомобилей получают жалобы на сотни миллионов долларов». Джим поясняет: «Наши испытательные системы применяются в области R&D. Мы занимаемся тестированием не только тормозов, сцепления и трансмиссии, но и множества других компонентов: рулевого управления, генераторов, стартеров и т.д.».

«У нас есть две схемы работы: либо производитель дает нам подробную спецификацию параметров, которые необходимо протестировать, либо, как чаще всего бывает в случае с шумами, нас просят порекомендовать оптимальные методы тестирования, а затем написать детальную спецификацию испытательной системы. Очень часто мы выполняем всю работу: от начальной концепции до поставки системы под ключ и обучения операторов».

Джим продолжает: «Обычно наши пользователи не являются экспертами в области ШВХ, поэтому мы стремимся к максимальной автоматизации испытательных систем.

Прекрасное изобретение – преобразователи с TEDS (электронной спецификацией преобразователя). Они позволяют снизить время подготовки и уменьшить число ошибок, так как чувствительность преобразователя передается системе автоматически».

***Рис. 7** Тестирование внутри автомобиля – система Link 3501 установлена в кабине грузовика*

«Испытания внутри самого автомобиля с целью выявления проблем становятся все более актуальны. Стандартная система PULSE для решения этой задачи должна обеспечивать 6/1 каналов. К ней подключаются четыре акселерометра (по одному на каждый тормоз) и установленный в салоне микрофон для обнаружения скрипа», - говорит Джим.

Сертификация

Link сертифицирован по ISO 90001 и QOS (это стандарт компаний автомобильной промышленности США, его требования жестче ISO).

Brüel & Kjær

***Рис. 8** С помощью этого динамометра проводится тестирование материалов, которые используются в тормозных системах самолетов*

Джим говорит: «Раньше мы предлагали на выбор разные анализаторы. Но теперь мы решили работать с Brüel & Kjær – это наш основной поставщик, причем не только в том, что касается анализаторов, но и преобразователей и оборудования для калибровки. Brüel & Kjær означает прекрасное качество, надежность и точность. PULSE – это решение на базе компьютера, а именно к этому мы и стремились. Решение оказалось верным: их отделение в Ливонии (Детройтом) оказывает нам прекрасную техническую поддержку».

Джим продолжает: «В нашей лаборатории мы тоже пользуемся системой PULSE на 6/1 каналов. Эта система и преобразователи активно используется для проверки работы наших испытательных систем перед поставкой клиентам, а также для исследований и решения проблем».

Более пятнадцати систем PULSE

Сотрудничество длится с начала 2001 года, и за это время Link заказал у Brüel & Kjær более пятнадцати систем PULSE. В заключение Джим говорит: «Это – подтверждение успешности наших компаний, ну и, конечно же, наши клиенты довольны PULSE, по умолчанию устанавливаемым в наших системах тестирования ШВХ. Более того, они очень ценят возможность применения анализатора для широкого спектра испытаний ШВХ».

Ключевые моменты

- Link Engineering Company занимается разработкой и производством испытательных систем для автомобильной, авиационной, железнодорожной и других отраслей промышленности уже 65 лет

- Компания базируется в Плимуте, штат Мичиган, ее штат составляет около 250 человек
- Основной рынок – это автомобильная индустрия, где особое внимание уделяется тестированию и анализу ШВХ тормозов
- Link – лидер на своем рынке и поставляет системы тестирования ШВХ ведущим мировым автопроизводителям (OEM) и поставщикам автозапчастей класса 1 и 2
- Link установил по всему миру более ста систем сбора данных об автомобилях
- Испытательная лаборатория Link проводит тестирование по заказу сторонних компаний-клиентов
- «Шум тормозов в США является главным пунктом гарантии. Производители автомобилей получают жалобы на сотни миллионов долларов»
- Link сертифицирован по ISO 90001 и QOS
- Brüel & Kjær – основный поставщик анализаторов, преобразователей и калибровочного оборудования для Link
- В Link очень довольны технической поддержкой и обслуживанием со стороны местного отделения Brüel & Kjær
- Link заказал у Brüel & Kjær более пятнадцати систем PULSE