

С.М.Кирова. Опытный образец был изготовлен на базе серийного глушителя при неизменных габаритных и присоединительных размерах.

Проведенные исследования позволили сделать вывод о несомненных преимуществах модернизированного глушителя шума:

- существенное упрощение методики расчета его геометрических параметров;
- упрощение конструкции глушителя и снижение его массы;
- снижение затрат труда на изготовление и сборку глушителя;
- более совершенные газодинамические и акустические характеристики глушителя шума;

- стандартизация и унификация глушителей, и их интеграция в международную систему конструирования новой техники.

В заключение отметим, что на базе новых значений предпочтительных чисел нами создано более пятидесяти изобретений, защищенных авторскими свидетельствами СССР и патентами РФ и РБ, причем в различных областях техники: двигателестроении, энергетике, пищевой промышленности, общественного питания и торговли. И здесь уже можно говорить об открытии нового класса изобретений, основанных на законах золотой пропорции и чисел ряда Фибоначчи.

ЛИТЕРАТУРА

1 Глушитель шума двигателя внутреннего сгорания. Патент РФ №2056508. Заявлено 12.01.93. М.кл. 0 IF 5/02 Оpubл. 20.03.96. Бюл.№8 №93002786/06Груданов В.Я. Акуленко С.В.; 2 Устройство для очистки отработавших газов двигателя внутреннего сгорания. Патент РБ №1178. Заявлено 03.01.94. Зарегистрирован 03.10.95. М.кл.013/02№1123А Груданов В.Я. Акуленко С.В. Кирик И.М.; 3 Груданов В.Я., Акуленко С.В. Основы геометрического расчета унифицированных глушителей шума - новая модель. Двигателестроение. -1996.-№1. 4 В. Я. Груданов, Л.Ф. Глущенко, В.В. Климович Совершенствование конструкций машин и аппаратов пищевых производств: учебн. Пособие. - Мн.: 1996. -248 с.

УДК 629.114.112

В.А. Дзюнь, С.М. Минюкович, Е.Г. Тишкевич, А.В. Шмелев

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СЕРТИФИКАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДОМ БУКСИРОВКИ

*Институт механики и надежности машин НАН Беларуси
Минск, Беларусь*

Создание новых моделей автомобилей, совершенствование и модернизация продукции, сертификация и систематический контроль за качеством выпускаемых автомобилей и их агрегатов обуславливает необходимость проведения весьма значительных объемов опытно-конструкторских, испытательных и научно-исследовательских работ.

Наиболее полную оценку качества автомобиля, как и любой другой мобильной машины, можно получить только в результате ходовых, пробеговых испытаний. Требования к достоверности и воспроизводимости результатов испытаний повлекли за собой необходимость проектирования и строительства специальных дорог, а также использования современных аппаратурных средств, обеспечивающих необходимую

точность данных измерений, а также возможность их регистрации, накопления и обработки.

Для официального утверждения автотранспортных средств [1] в отношении установки на них двигателей с воспламенением от сжатия, официально утвержденных по типу конструкции в отношении выделяемых ими загрязняющих веществ, необходимо проведение комплекса сертификационных испытаний на соответствие Правилам ЕЭК ООН № 24 и № 49 [2]. Процедура испытаний в этом случае предусматривает определение максимальной мощности на основе измеренных частоты вращения с точностью $\pm 0,5\%$ и крутящего момента с точностью $\pm 1\%$. Количество измерений должно быть достаточным для правильного построения кривой мощности между наименьшей и наибольшей частотами вращения, указанными заводом-изготовителем. Правилами ЕЭК ООН № 49 устанавливается цикл из 13 операций, содержащих фиксированные нагрузки двигателя от холостого хода до 100%. В течение каждого режима отклонение числа оборотов двигателя от установленного должно составлять ± 50 об/мин, а крутящего момента - $\pm 2\%$ от максимального крутящего момента при испытательном режиме работы двигателя. Применяемый в настоящее время способ определения нагрузки и мощности двигателя по температуре выхлопных газов не позволяет обеспечить требуемую точность измерений.

Сущность метода испытаний автомобильных двигателей методом буксировки состоит в том, что нагрузка на двигатель, установленный на автотранспортное средство, создается буксируемым нагружающим устройством, которое позволяет плавно регулировать сопротивление движению испытуемого автомобиля при различных скоростях. Преимущество метода состоит в применимости ко всем типам транспортных средств и отказе от дорогостоящих динамометрических стендов. Результаты испытаний могут использоваться как при проектировании новых моделей, так и при совершенствовании системы управления имеющихся образцов. Кроме того, имеется возможность определения мощностных и экологических параметров сертифицированного двигателя, установленного на несертифицированное шасси для официального утверждения, касающегося выброса вредных веществ и выброса видимых загрязняющих веществ автомобильными двигателями.

Главным звеном упомянутого метода является информационно – измерительная система (ИИС), с помощью которой осуществляется управление процессом испытаний, регистрация и обработка результатов. Алгоритм работы ИИС разрабатывается с учетом методики испытаний. В частности, требования к ИИС для сертификационных испытаний определяются предписаниями Правил ЕЭК ООН №№ 24, 49, которые устанавливают определяемые параметры испытываемых двигателей, процедуру проведения испытаний, требования к средствам измерений.

Структура ИИС содержит мобильную ПЭВМ с интегрированным программным обеспечением и комплекс датчиков, обеспечивающих измерение показателей нормальной работы двигателя и оптимальных условий испытаний (температура охлаждающей жидкости, давление масла, температура воздуха на впуске и т.п.), а также показателей, необходимых для оценки параметров, являющихся предметом испытаний и свойств, подлежащих сертификации - крутящего момента на карданном валу, угловой скорости коленчатого вала двигателя.

Установлено, что для выполнения методики сертификационных испытаний необходимо проводить измерения показателей двигателя на различных режимах работы, попеременно изменяя величину крутящего момента и частоту вращения коленчатого вала.

Информационно – измерительная система должна обеспечить измерение с определенной точностью следующих показателей, определяемых в зависимости от объема испытаний:

- крутящего момента двигателя с точностью $\pm 1\%$ измеренного крутящего момента, для регистрации крутящего момента предпочтительно использование тензоусилителя телеметрического типа ТТ01 производства ООО «Гилком» (Минск) [3];
- частоты вращения коленчатого вала с точностью $\pm 0,5\%$;
- расхода топлива с точностью $\pm 1\%$;
- температуры атмосферного воздуха на входе в двигатель с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$;
- температуры охлаждающей жидкости с точностью $\pm 2^\circ\text{C}$;
- температуры масла с точностью $\pm 2^\circ\text{C}$;
- температуры топлива с точностью $\pm 2^\circ\text{C}$;
- температуры отработавших газов с точностью $\pm 20^\circ\text{C}$;
- барометрического давления с точностью $\pm 200\text{ Па}$ (2,0 мбар);
- давления масла с точностью $\pm 20\text{ кПа}$ (200 мбар);
- давления отработавших газов с точностью $\pm 3\%$;
- угла начала подачи топлива с точностью $\pm 1^\circ$ поворота коленчатого вала;
- давление во впускном тракте с точностью $\pm 200\text{ Па}$ (2,0 мбар);
- давление наддува.

При испытаниях двигателей с использованием буксировки, алгоритм метода состоит в нагружении испытуемого двигателя, установленного на автомобиле – тягаче, буксируемым устройством, которое создает контролируемое сопротивление движению автопоезда, в процессе движения измеряются мощность, частота вращения и экологические показатели работы двигателя – входные данные для математической модели испытаний.

При определении мощности нетто – эффективной мощности, снятой с коленчатого вала двигателя, при полной подаче топлива.

При определении мощности брутто двигатель должен быть укомплектован серийным оборудованием и устройствами.

Регуляторная ветвь скоростной характеристики определяются в диапазоне от максимальной частоты вращения холостого хода до номинальной частоты вращения на указанных ниже режимах, в последовательности:

- а) 85% крутящего момента при номинальной частоте вращения;
- б) без нагрузки;
- в) 50% крутящего момента;
- г) 100% крутящего момента при номинальной частоте вращения;
- д) 25% крутящего момента;
- е) 75% крутящего момента.

При определении скоростных характеристик должны быть выявлены точки, соответствующие минимальной рабочей, номинальной и максимальной частотам вращения (по ТУ двигатель для мощности нетто или брутто), частотам вращения при максимальном крутящем моменте, при минимальном удельном расходе топлива и при начале срабатывания ограничителя частоты вращения.

Программное обеспечение для сбора данных ИИС получает данные от измерительных модулей системы сбора данных измерений, сохраняет их, например, на жесткий диск и отображает графически в виде осциллограммы. Программа предоставляет пользователю возможности настройки процесса сбора данных, их сохранения и отображения.

Для передачи данных от места сбора к месту отображения в программе используются каналы трех различных типов. Первый тип каналов – измерительный. По этим каналам передаются данные, поступающие на входы измерительного модуля. Для этого предварительно, до начала измерений, к входам измерительных каналов подключаются соответствующие датчики и активизируются измерительные каналы с описанием их свойств. К свойствам измерительных каналов относятся частота дискретизации опроса датчиков, параметры срабатывания, тарифовочные коэффициенты, единицы измерений и т.д.

В процессе измерения можно визуально отслеживать данные измерений, передаваемые по измерительным каналам, используя для этого каналы оперативного отображения.

Второй тип каналов – каналы данных. По каналам данных результаты измерений передаются от измерительных каналов для сохранения в оперативной памяти или на жестком диске. Сохраненные данные, полученные по измерительным каналам, становятся доступными в виде каналов данных после завершения измерения.

Третий тип каналов – каналы отображения. Они предназначены для отображения данных измерения на экране. В зависимости от режима работы можно использовать каналы оперативного и автономного отображения. В процессе измерения измерительные каналы предоставляют информацию на каналы оперативного отображения, за счет чего и осуществляется визуализация измерения. Настройки отображения могут устанавливаться посредством задания параметров каналов отображения. К таким настройкам относятся масштаб, цвет и т.д.

Однако существующее программное обеспечение (Turbolab Dynamics компании CORRSYS-DATRON Sensorsysteme GmbH.– Германия, ME 5-INTEGRA компании MULTIDATA.- Великобритания [4]) не позволяет мгновенно отображать результаты измерений, т.е. осуществлять обратную связь с испытателем, что является необходимым условием для ступенчатого регулирования нагрузки. Имеется лишь возможность регистрации результатов испытаний с последующим просмотром после остановки испытаний.

При остановке измерения через каналы данных имеется доступ к результатам измерений. В нашем случае это значения частоты вращения коленчатого вала двигателя и крутящего момента на карданном валу. В программном обеспечении для сбора данных имеются возможности для экспорта этих значений в формат ASCII.

В программном обеспечении для обработки данных осуществляется считывание значений частоты вращения и крутящего момента в формате ASCII. До или после считывания этих значений вводятся передаточные числа трансмиссии и КПД трансмиссии автомобиля до места установки датчиков частоты вращения и крутящего момента. Все эти данные обрабатываются в соответствии с разработанным алгоритмом. В результате расчета пользователь получает значение мощности двигателя для заданного режима.

Регистрация частоты вращения и крутящего момента повторяются на других режимах движения автомобиля с последующей обработкой результатов измерений и расчетом мощности двигателя для каждого режима. Итогом является определение режима движения автомобиля, на котором используется максимальная мощность двигателя. Сопутствующая расчету информация может выводиться как в табличном, так и в графическом виде. Результаты расчета можно сохранить во внешний файл.

Информация о режимах работы двигателя в данном случае является основой для проведения замеров выброса вредных веществ и выброса видимых загрязняющих веществ автомобильными двигателями.

ЛИТЕРАТУРА

1 СТБ 5.2.03-2000 Порядок проведения сертификации колесных транспортных средств, предметов их оборудования и частей; 2 Правила Европейской Экономической Комиссии Организации Объединенных Наций №№ 24, 49; 3 Сертификат об утверждении типа средства измерений № 1951. – Республика Беларусь; 4 Новые программные продукты ведущих фирм: Номенклатурный сборник (каталог) по зарубежным и отечественным приборам, средствам автоматизации и технологическому оборудованию: НСК-11/ Информприбор. - Москва, 1996-25 с.

УДК 620.178.53

В.Л. Басинюк

ОЦЕНКА ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И СБОРКИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

*Институт механики и надежности машин НАН Беларуси
Минск, Беларусь*

К одному из основных источников виброакустической активности трансмиссий на основе зубчатых передач можно отнести динамические процессы, сопровождающие взаимодействие зубьев шестерен в процессе передачи крутящего момента. Уровень и спектральный состав генерируемого шума и вибраций представляют самостоятельный интерес с позиций обеспечения экологической безопасности эксплуатации объекта. Как правило, их предельно допустимые уровни регламентируются техническими требованиями на изделие и в настоящее время являются одним из основных способов защиты внутренних рынков индустриально развитых стран от аналогичной отечественной продукции внешних производителей.

Как показывает анализ результатов исследований, проведенных в ИМИНМАШ НАН Беларуси [1-3] и Институте машиноведения РАН [4] параметры шума и вибраций, в определенной мере могут служить основой для комплексной, а, в ряде случаев, и более информативной оценки качества изготовления и сборки, как самих зубчатых передач, так и узлов на их основе и трансмиссии в целом. В ряде случаев на основе анализа этих данных с использованием специальных методик выделения и обработки информативных составляющих сигнала можно с высокой степенью достоверности определить действительную нагруженность зубчатых передач, их техническое состояние и прогнозируемый или остаточный ресурс.

Таким образом, обеспечение при изготовлении технических требований к уровню и спектральному составу шума и вибраций, генерируемых как зубчатыми передачами, так и другими, взаимосвязанными с ними узлами и системами объекта, во многом определяет не только соответствие изделия требованиям безопасности по виброакустическим параметрам, но и качество его изготовления и сборки, а также конкурентоспособность и ликвидность.

Вместе с тем, виброакустические характеристики трансмиссий на основе зубчатых передач являются наиболее сложным объектом для расчета и прогнозирования на стадии проектирования и разработки технологического обеспечения изготовления, поскольку они затрагивают практически все аспекты их