

Поршни и вкладыши коленчатого вала – многочисленные детали, которые согласно ТУ и руководствам по капитальному ремонту двигателей подлежат замене на новые. Однако это требование должно быть пересмотрено в связи с тем, что возможна разработка и использование процессов их восстановления с достижением нормативной наработки со значительной эффективностью.

**УДК 629: 004.891**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКА ИНДУКЦИИ ДЛЯ СТРОБИРОВАНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ДИАГНОСТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**Г. А. Уваров**

*Полоцкий государственный университет, Новополоцк*

Как правило, процесс диагностирования двигателя автомобиля начинается с прослушивания шумов его работы. При прослушивании двигателя без использования приборов диагност субъективно определяет равномерность его работы, наличие или отсутствие специфических звуков, при обнаружении квалифицирует их с использованием вероятностных оценок.

Доступные для широкого использования программно-аппаратные средства (ПАС) позволяют более точно сопоставить отдельные акустические сигналы процессам, происходящим в двигателе, положению его механических деталей, моментам их взаимодействия, фазам процессов газообмена. ПАС предоставляют возможность фиксации инфра- и ультразвуковых, а также сигналов малой длительности (менее 65 мс), не распознаваемых органолептически [1]. В ряде случаев только данный, из безразборных, метод диагностирования позволяет идентифицировать неисправность с необходимой достоверностью.

Диагностирование двигателя автомобиля посредством анализа ВА сигнала с использованием ПАС не имеет в настоящее время широкого практического применения по ряду объективных причин:

- сложность выделения информативного сигнала на фоне маскирующих помех;
- сложность идентификации сигнала на стадии зарождения дефекта;
- высокий уровень требований к точности выполнения операции диагностирования;

– сложность получения сигнала синхронизации.

Помимо вышеуказанных причин факторами, сдерживающими использование компьютерных средств в ВА диагностировании автомобилей, являются недостаточная теоретическая проработка методик диагностирования современных автомобильных двигателей, отсутствие специализированных программно-аппаратных продуктов, отсутствие специалистов с соответствующей подготовкой [2].

Цель исследования – поиск методики повышения эффективности ВА метода диагностирования двигателей автомобилей с использованием ПАС.

Для синхронизации и стробирования ВА сигнала необходимо задание опорных временных точек. Традиционно это производилось посредством подключения ПАС к штатному датчику скорости (положения) коленчатого вала или датчику положения распределительного вала диагностируемого двигателя. На двигателях, где данные датчики отсутствовали, устанавливались дополнительные приспособления, позволяющие отследить положение кривошипно-шатунного механизма. Недостатками данных методик является их специфичность, ориентированность на конструктивные особенности двигателя. Для подключения к штатному датчику требуется особенный для каждого двигателя разъем, при этом параметры датчиков значительно разнятся, также заранее неизвестны параметры задающих дисков датчиков. Именно по этим причинам данные методики, хорошо апробированные в лабораторных условиях, не находят практического применения в условиях универсальных диагностических постов. Накладные маркеры и датчики более универсальны, однако конструкция современных двигателей, имеющих компактное расположение вспомогательных агрегатов, а также кожухи защиты приводных ремней, затрудняют доступ к шкивам коленчатого и распределительного валов.

Альтернативным источником опорного сигнала могут являться моменты начала подачи топлива в цилиндры дизельного двигателя, момент искрового поджига топливо-воздушной смеси бензинового двигателя. Однако необходимо учитывать, что современные дизельные двигатели имеют системы мультивпрысковой подачи топлива с предвпрыском и послевпрыском, динамично корректируемыми по углу подачи в зависимости от режимов работы двигателя. Бензиновые двигатели имеют системы зажигания с холостой искрой, многоискровые, с высоковольтными катушками, расположенными непосредственно на свече, причем угол опережения зажигания динамично корректируется отдельно по каждому цилиндру в соответствии с его мощностной характеристикой и режимом работы.

Другим источником опорного сигнала могут являться перепады давления во впускном и выпускном трактах, соответствующие тактам газораспределения. При этом приходится учитывать, что современные двигатели автомобилей все чаще имеют системы газораспределения с динамично корректируемыми углами открытия и закрытия клапанов.

Несмотря на вышеуказанные ограничения бесконтактные способы задания опорных точек отсчета имеют превосходство перед другими благодаря оперативности и универсальности.

Для получения опорного сигнала от системы искрового зажигания нами исследовалась возможность отслеживать момент изменения напряженности электромагнитного поля вблизи проводов высокого напряжения и катушек зажигания (КЗ) при искровом разряде на свече. В качестве датчика изменений электромагнитного поля мы использовали индукционную катушку. Данный датчик позволяет регистрировать индукционную составляющую:

$$e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta\tau}, \quad (1)$$

где  $e$  – величина ЭДС индукции;  $\Delta\Phi$  – величина изменения магнитного потока;  $\Delta\tau$  – временной интервал.

Формула (1) показывает, что величина ЭДС индукции зависит не от абсолютного значения магнитного потока, а только от скорости его изменения. В датчике при этом генерируется сигнал, величина которого определяется временем нарастания и спада напряжения на контактах свечи зажигания [3]. Нами было сделано предположение: если при всем многообразии конструкций систем искрового зажигания временные характеристики искрового пробоя свечей зажигания примерно одинаковы, то получаемый от датчика сигнал также должен быть примерно единообразным.

Проведенные нами исследования подтвердили данное предположение: на различных моделях двигателей получаемый от датчика сигнал был различен в небольших пределах. Имеет значение зазор между датчиком и корпусом КЗ, а также их взаимоположение. При увеличении зазора с 3 мм до 12 мм либо смещении датчика от центра катушки к ее краю амплитуда сигнала уменьшается примерно вдвое.

На осциллограмме (рис. 1) представлен сигнал датчика, зафиксированного на корпусе высоковольтной катушки двигателя АWT (автомобили Audi, Skoda). На данном двигателе КЗ установлены непосредственно на свечах зажигания. Сигнал имеет амплитуду  $\approx 1$  В.

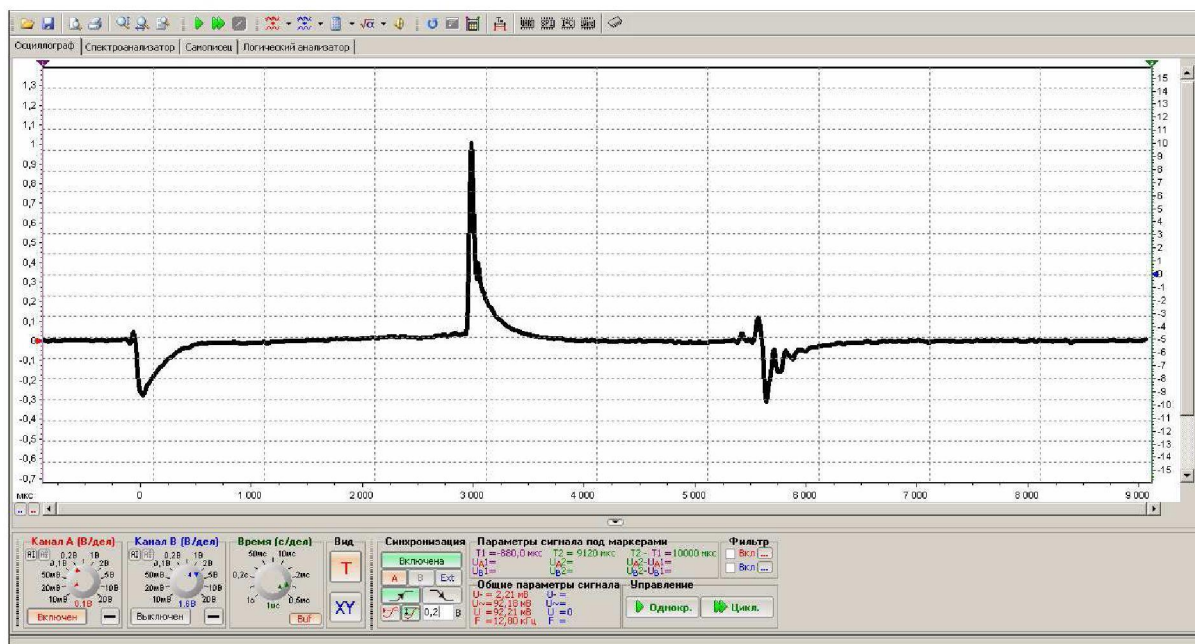


Рис. 1. Сигнал от датчика, зафиксированного на корпусе высоковольтной катушки двигателя АWT

На осциллограмме видны момент начала накопления потенциала, искровой пробой, затем период горения искры на свече и момент угасания искры. Длительность горения искры на свече двигателя в данном случае составляет  $\approx 2,5$  мс. Сигнал от датчика, установленного на КЗ двигателя VQ35DA (автомобиль Nissan Murano), в момент искрового пробоя имел амплитуду  $\approx 3,5$  В. Время горения искры  $\approx 4$  мс. Сигнал от датчика, зафиксированного на КЗ двигателя K4M700 (Renault Scenic), имел амплитуду  $\approx 2,5$  В, длительностью  $\approx 6$  мс, и т.д. При изменении угловой частоты вращения коленчатого вала от  $900$  до  $5000 \text{ с}^{-1}$  параметры искрового разряда (напряжение пробоя и длительность горения искры) изменялись незначительно.

Угол опережения искрового поджига топливо-воздушной смеси на неустановившихся режимах работы двигателя динамично изменяется в широких пределах. Зависимость имеет табличный вид, заложена в память электронного блока управления двигателем. Известна целевая функция, которой следует управляющий электронный блок: обеспечение бездетонационного, наиболее полного сгорания топлива в цилиндрах с учетом температуры двигателя, впускного воздуха и топлива, величин давления или разрежения во впускном тракте, скорости вращения коленчатого вала, запроса от педали управления мощностью. При устойчивых оборотах холодного хода прогретого двигателя угол опережения зажигания изменяется в

незначительных пределах ( $\pm 1^\circ$ ). Это позволяет использовать сигнал от датчика индукции в качестве опорного для целей стробирования виброакустического сигнала.

Бесконтактный способ получения опорного сигнала при помощи датчика индукции для целей синхронизации и стробирования виброакустического сигнала посредством регистрации изменений электромагнитного поля вблизи катушек зажигания бензиновых двигателей имеет практическую значимость. В первую очередь это относится к специализированным станциям технического обслуживания с углубленным диагностированием. При синхронизации виброакустического сигнала по моменту искрового разряда возможно получить дополнительную информацию о характеристиках воспламенения и параметрах горения топливовоздушной смеси по цилиндрам, а также процессах механического взаимодействия деталей в ГРМ и КШМ.

#### **Литература**

1. Вибрации в технике: справочник: в 6 т. / ред. совет: В.Н. Челомей (предс.). – М.: Машиностроение, 1981 – Т. 5: Измерения и испытания / под ред. М.Д. Генкина. – 1981. – 496 с.
2. Prostoev\_NET – Инф. портал / 62 [Электронный ресурс]: Барков, А.В. Диагностика: Возможности нового поколения систем мониторинга и диагностики. – Режим доступа: <http://www.prostoev.net/modules/myarticles/article.php?storyid=15>. – Загл. с экрана.
3. Ходасевич, А.Г. Справочник по устройству и ремонту электронных приборов автомобилей. Ч. 1. Электронные системы зажигания / А.Г. Ходасевич, Т.И. Ходасевич. – М.: АНТЕЛКОМ, 2003. – 240 с.

**УДК 621.793**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА МАТЕРИАЛА НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ ПРИ ПЛАЗМЕННОМ НАПЫЛЕНИИ**

**Т. В. Вигерина, Б. Г. Авмочкин, О. П. Штемпель, В. А. Фруцкий**  
*Полоцкий государственный университет, Новополоцк*

В последнее время актуальным становится вопрос ремонта различных деталей машин и механизмов с использованием внутренних ресурсов предприятия. Так, для восстановления работоспособности валов необхо-