

Техническое решение для исследования рабочего процесса двигателя внутреннего сгорания

*Врублевский А. Н., Дзюбенко А. А., Вахрушев В. И.
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
г. Харьков*

Одним из средств описания и анализа рабочего процесса двигателя внутреннего сгорания (ДВС) является индикаторная диаграмма - кривая изменения давления в цилиндре двигателя на протяжении рабочего цикла. Ценное качество, привлекающее исследователей, конструкторов и эксплуатационников, заключается в том, что она представляет непосредственную запись действительных физических величин, значения которых можно наблюдать без дополнительных расчетов на самой диаграмме. Существует два типа индикаторных диаграмм - одноцикловые и многоцикловые, показывающие изменение давления в нескольких десятках наложенных одна на другую циклах. Время индикаторов давления - механизмов, позволяющих получить многоцикловые диаграммы, безвозвратно ушло. В настоящее время изменение давления в цилиндре двигателя регистрируется специальными датчиками. Полученный с

датчика аналоговый сигнал выводится на экран осциллографа. При этом даже современные цифровые осциллографы позволяют сохранять в памяти лишь небольшое количество текущих экранов.

Для исследования ДВС на установившихся, и особенно на переход-

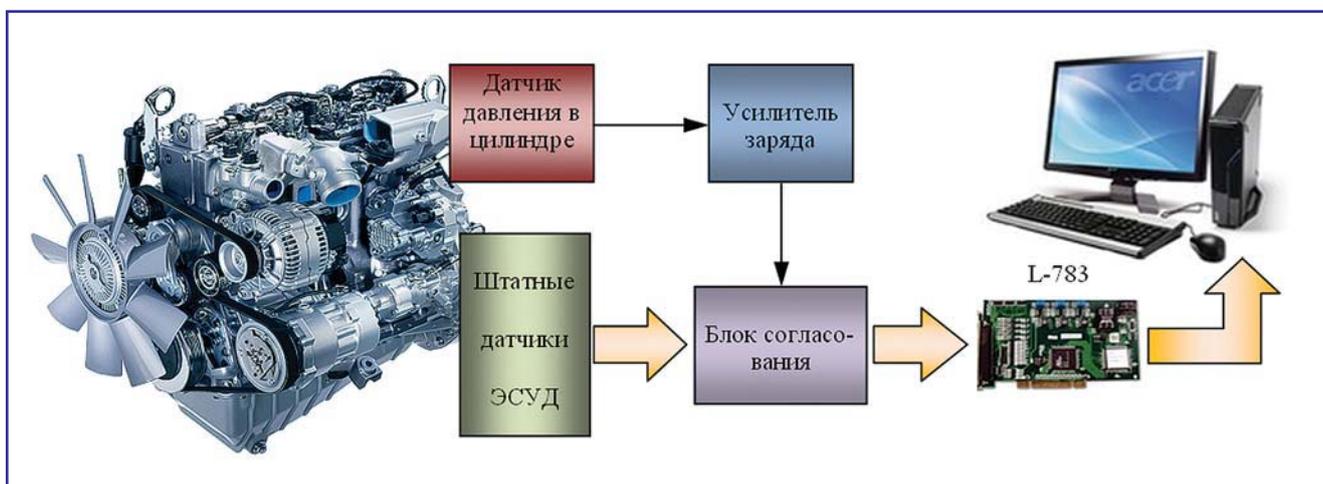
Решить данную задачу возможно, создав специальное оборудование. Такое оборудование для регистрации индикаторных диаграмм требует использования точных быстродействующих АЦП и микроконтроллеров. Разработка и отладка аппаратных и программных средств занимает много времени и требует значительных финансовых затрат.



В лаборатории ДВС Харьковского национального автомобильно-дорожного университета для регистрации и анализа индикаторных диаграмм используется программно-технический комплекс на базе многоканального устройства В/В и обработки аналоговой и цифровой информации - многофункциональной платы сбора данных L-783 производства ЗАО "Л-Кард" (Россия).

ных режимах, необходимы наборы статистических данных, состоящих из десятков записанных подряд циклов.

информации - многофункциональной платы сбора данных L-783 производства ЗАО "Л-Кард" (Россия).



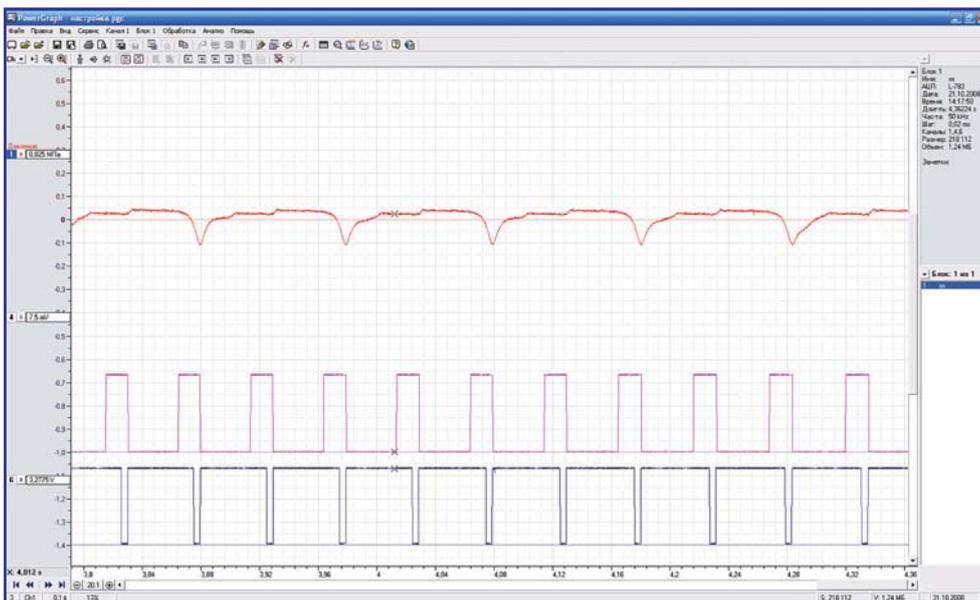
Как показано на структуре измерительного комплекса, сигналы штатных датчиков электронной системы управления двигателем (ЭСУД) и пьезоэлектрического датчика давления 8QP505cs фирмы AVL через усилитель заряда типа 3056-A01 той же фирмы поступают на блок согласования. Его назначение - преобразование и нормирование сигналов по уровню для исключения возможности превышения предельно допустимых значений по входу устройства В/В. Далее, посредством АЦП платы L-783 сигналы оцифровываются и поступают в компьютер.

Программное обеспечение такого комплекса должно позволять выполнять настройку устройства ввода-вывода, принимать и отображать текущие данные, вносить коррекцию и записывать комментарии к измеренным блокам, производить первичную обработку полученных данных и сохранять их в доступном для дальнейшего использования формате. Такое ПО, естественно, в комплекте поставки платы L-783 отсутствует. Есть DLL-библиотеки, поддержка для LabVIEW и даже простой регистратор L-Graph. Этого вполне достаточно для написания программ под конкретную задачу и тестирования оборудования. Но создание специализированного ПО - задача не

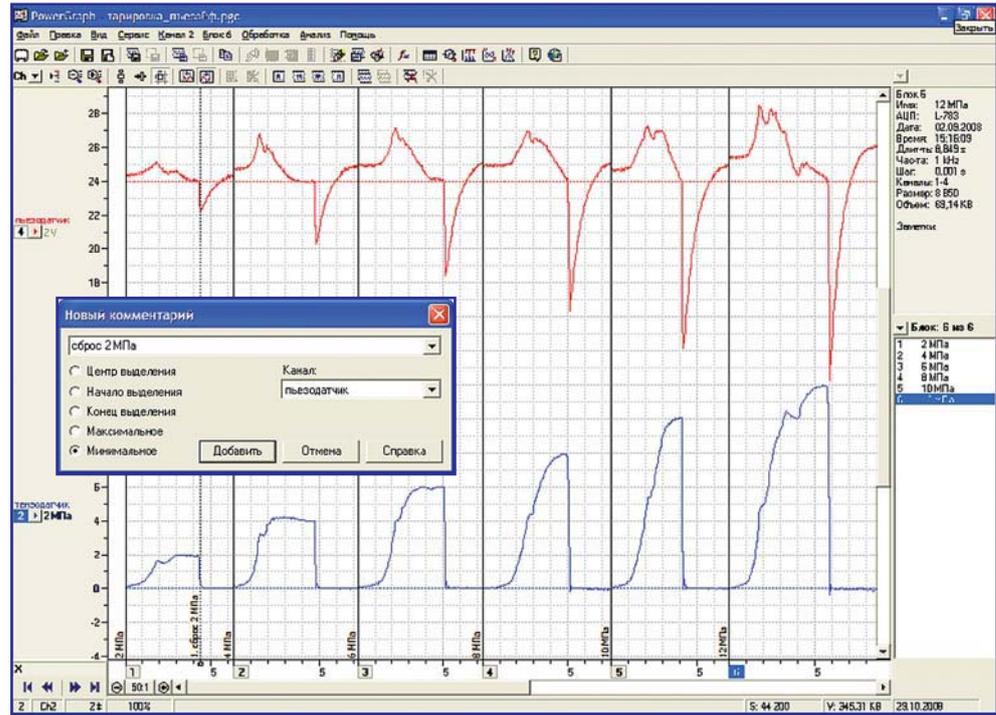
из простых, и требуется время, специалисты высокой квалификации и финансовый ресурс. Выход был найден совершенно неожиданно: на CD с документацией к плате содержится также демонстрационная версия программы PowerGRAPH (продукт фирмы "Интероптика-С", Москва). Достаточно было немного познакомиться с ней и стало ясно, что это как раз то, что необходимо для решения задачи. Ну а детальное исследование возможностей PowerGRAPH только подтвердило первое впечатление. Действительно, этот продукт, поддерживаю-

щий работу с техникой ведущих производителей систем сбора данных, можно считать универсальным инструментом для решения широкого класса задач в науке, образовании и на производстве.

По разработанной методике проведения эксперимента перед началом измерения датчик давления проходит динамическую тарировку в диапазоне давлений от 0 до 12 МПа. Для этого на специальный пресс параллельно устанавливаются пьезодатчик и датчик с проволочными преобразователями. Изменение давления (синяя кривая на рисунке) в гидравлической системе прессы фиксируется датчиком с проволочными преобразователями, на красной кривой в период резкого сброса давления можно выделить так называемый "калибровочный скачок", который и позволяет определить коэффициент пересчета физической величины.



Предварительная настройка измерительных каналов

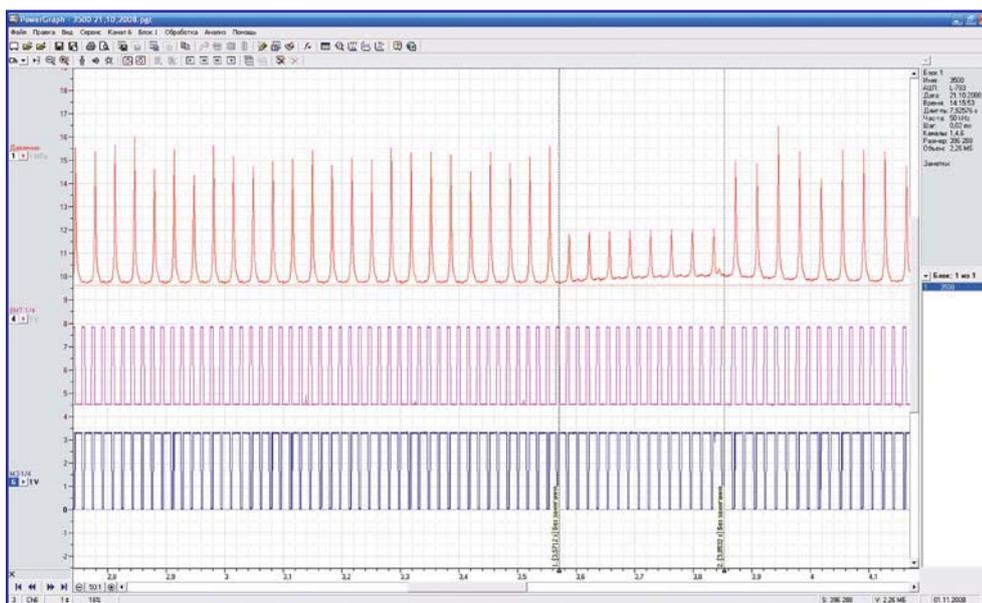


Определение калибровочного коэффициента пьезодатчика

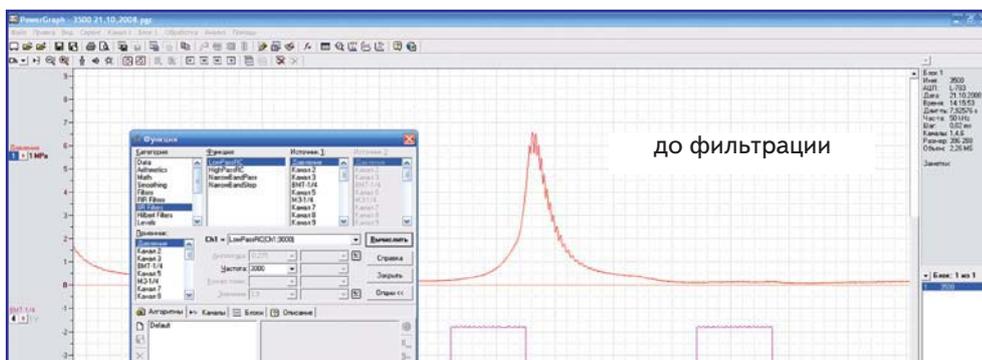
ния (синяя кривая на рисунке) в гидравлической системе прессы фиксируется датчиком с проволочными преобразователями, на красной кривой в период резкого сброса давления можно выделить так называемый "калибровочный скачок", который и позволяет определить коэффициент пересчета физической величины.

Первый пробный запуск ДВС показал, что усилитель заряда инвертирует сигнал датчика давления, а сигнал отображается в вольтах, что затрудняет экспресс-анализ изменения давления в цилиндре ДВС. Поэтому в меню "Канал", "Настройки" в окне "Имя" устанавливаем зна-

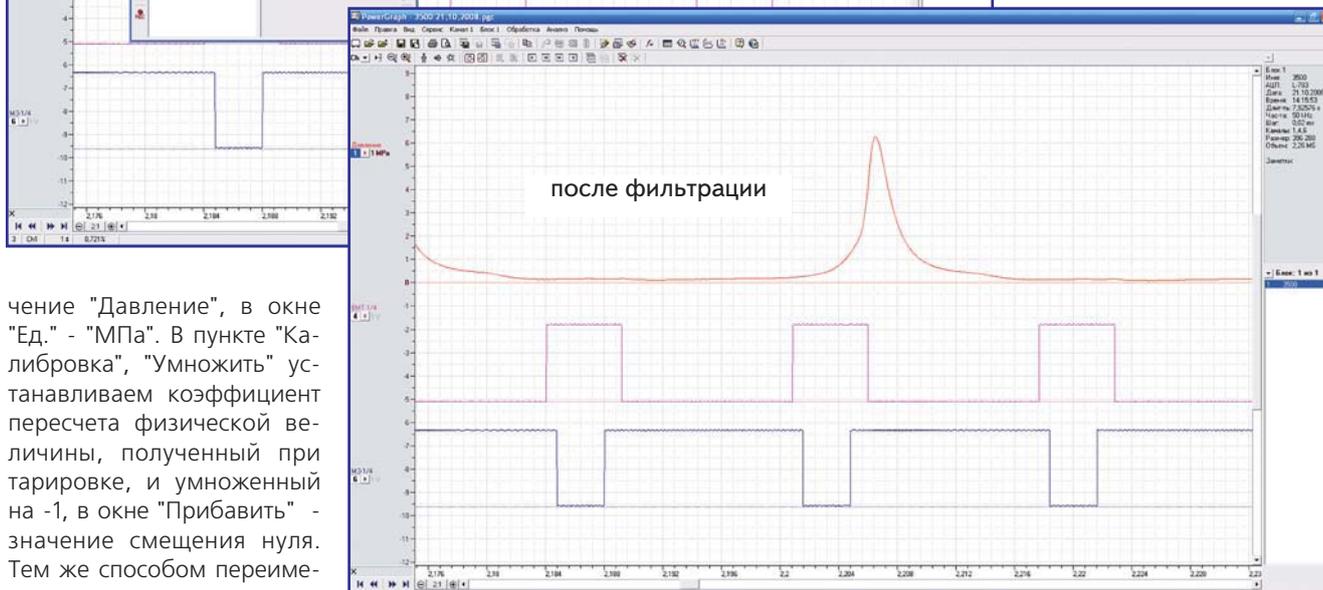
ТРАНСПОРТ



Фрагмент блока индикаторных диаграмм на режиме 3500 мин⁻¹



до фильтрации



после фильтрации

Пример обработки данных функцией Low Pass

чение "Давление", в окне "Ед." - "МПа". В пункте "Калибровка", "Умножить" устанавливаем коэффициент пересчета физической величины, полученный при тарировке, и умноженный на -1, в окне "Прибавить" - значение смещения нуля. Тем же способом переименовываем канал синхронизации с верхней мертвой точкой 1/4 цилиндров - "ВМТ-1/4" и канал синхронизации с моментом зажигания - "МЗ-1/4".

Одним из этапов экспериментального исследования ДВС является определение внешней скоростной характеристики двигателя. Для этого прогретый двигатель выводят на мак-

симальные обороты полным открытием дроссельной заслонки и затем при помощи нагрузочного устройства увеличивают момент сопротивления на валу ДВС, при этом обороты снижаются. Нагрузка фиксируется через каждые 500 мин⁻¹ в диапазоне от 5500 до

1500 мин⁻¹. В период стабилизации нагрузки и температурного режима двигателя регистрируются параметры и подается команда на запись индикаторных диаграмм. Для получения диаграммы расширения-сжатия в период индицирования кратковременно отключается зажигание.

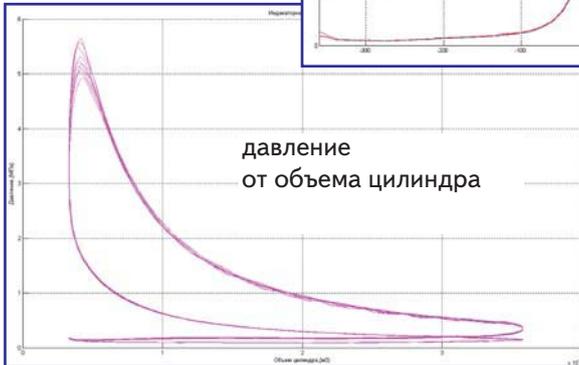
По завершению эксперимента выполняется предварительная обработка данных с использованием встроенных функций программы PowerGRAPH. Некоторые индикаторные диаграммы имеют высокочастотные колебания, возникающие в измерительном канале датчика, поэтому их необходимо отфильтровать фильтром низких частот с частотой среза 3 кГц (категория FIR Filters, функция Low Pass).

Каждый режим работы двигателя содержится в отдельном блоке измерения, каждый блок дополняется комментариями и заметками, содержащими дополнительные данные, ха-

рактеризующие режим. Блоки отдельно сохраняются в текстовом формате для дальнейшей математической обработки. В задачи программы обработки данных входит разделение массива индикаторных диаграмм на отдельные циклы работы двигателя и

расчет индикаторных показателей рабочего цикла с последующим усреднением значений по заданному количеству индикаторных диаграмм.

Описанный измерительный комплекс



Семейство индикаторных диаграмм на режиме 3500 мин⁻¹

является универсальным и используется как для проведения научно-исследовательских работ в направлении усовершенствования рабочего процесса ДВС, так и для проведения ла-

бораторных занятий, с целью приобретения студентами практического опыта и закрепления теоретического материала. Удобный русскоязычный интерфейс программы PoweGRAPH позволил быстро освоиться технически "подкованным" сотрудни-

программы. Большая библиотека встроенных функций позволяет решать задачи предварительной обработки полученных данных, решение которых средствами дополнительных математических пакетов было бы сложной и трудоемкой работой, требующей широких познаний в области цифровой обработки сигналов. Ну а вывод из всего сказанного напрашивается следующий: использование современных технологий сбора и обработки данных позволяет значительно упростить и сократить во времени процесс создания специализированных измерительных комплексов, и это доступно любому конечному пользователю.



КОНТАКТЫ:

тел.: 8 (057) 700-38-52
E-mail: vanvru@mail.ru

