

METHODS OF SOLVING THE PROBLEM OF ECONOMICAL CAR DRIVING

SH.R. Lutfullin, A.V. Rogozhnikova

*Naberezhnye Chelny Institute (branch), Kazan State University,
Naberezhnye Chelny Russia*

A lot of scientific papers are devoted to fuel economy issues, most of which offer measures at the design and production stages of cars, as well as concern the impact of the technical condition of the car on fuel consumption. There are many outdated fuel economy recommendations in the modern industry literature. This publication examines the tasks of ensuring fuel economy after putting the car into operation. Reducing fuel consumption during the operation of cars is an important element of resource conservation and ecology. The relevance of the chosen topic is based on the fact that the problem of teaching the driver techniques of economical driving is still not sufficiently covered.

Keywords: training of car drivers, fuel consumption, resource saving, technical condition of the car, fuel economy

УДК 621.43

МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВС

Е.В. Медведева, В.Н. Каледа, И.А. Каледа*

*Пензенский государственный университет,
г. Пенза, Россия*

**Пензенский казачий институт технологий (филиал),
МГТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ),
г. Пенза, Россия*

В статье приведены обзор и анализ методов и приборов для диагностирования цилиндро-поршневой группы ДВС.

Ключевые слова: стетоскоп, компрессометр, компрессографы, устройство КИ-13761, пневмотестер, анализатор герметичности цилиндров

При проведении компьютерной и комплексной диагностики автомобильного двигателя любой марки производителя диагностика должна начинаться с оценки его технического состояния, а именно состояния цилиндропоршневой группы (ЦПГ). Часто даже на автомобилях с небольшим пробегом обнаруживаются отклонения параметров от нормальных значе-

ний, обусловленные как качеством изготовления, так и эксплуатацией техники на отечественном топливе и маслах сомнительного производства.

ЦПГ работает в самых тяжелых условиях: газовая среда, высокая температура, большие циклические нагрузки. В то же время происходит интенсивный износ поршневых колец и поверхности тела цилиндра, что естественным образом приводит к изменению условий воспламенения в надпоршневом пространстве и влияет на работу большинства систем двигателя.

Из-за износа компрессия в цилиндрах падает, и двигатель теряет мощность, хуже запускается, увеличивается расход масла и топлива, а за автомобилем стелется густой шлейф синего дыма, загрязняя атмосферу.

Для оценки текущего состояния ЦПГ двигателя используются следующие четыре метода «механической» диагностики [1, 2]:

Диагностирование по шумам и вибрациям. Шумы в работающем двигателе возникают из-за стуков коренных и шатунных подшипников, поршневых пальцев, поршней, вибрации клапанов, колебания распределительного вала и кулачков от импульсов крутильных колебаний коленчатого вала, колебания газов на впускном и выпускном трубопроводах, детонации в бензиновом двигателе, соударения различных деталей, трения в подвижных соединениях. По характеру стука или шума и по месту его возникновения можно определить некоторые неисправности двигателя (увеличение зазоров в подшипниках коленчатого вала, между поршнем и цилиндром, клапанами и толкателями, клапанами и втулками, в подшипниках распределительного вала).

Для точного определения места возникновения стука и шума используют стетоскопы типа медицинского (рис. 1, а, в).

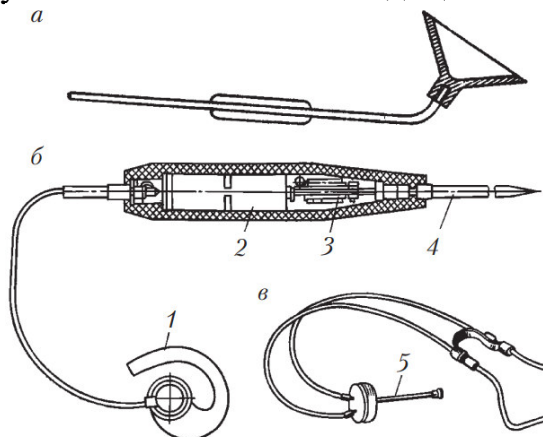


Рисунок 1 – Обычные (а, в) и электронный (б) стетоскопы:

1 – наушник; 2 – элемент питания;
3 – транзисторный усилитель;
4, 5 – стержни; 6 – наконечники

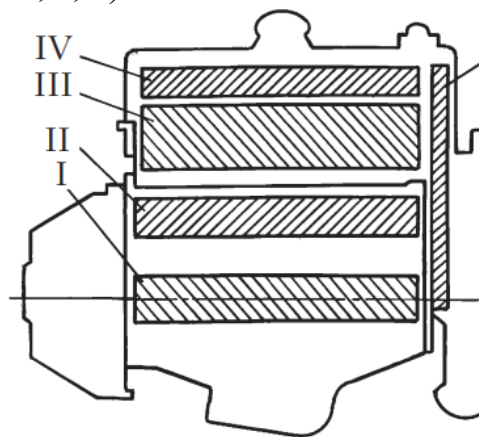


Рисунок 2 – Зоны прослушивания шумов в двигателе:

I, II – нижняя и верхняя части блока цилиндров; III – головка блока цилиндров; IV – крышка клапанов;
V – крышка распределительных звездочек (клапанов)

Электронный стетоскоп является более совершенным (рис. 1, б), состоящим из длинного металлического стержня с рукояткой, внутри кото-

рой расположены пьезоэлектрический преобразователь механических колебаний в электрический сигнал с усилителем на транзисторах и элементы для его питания. Шумы прослушивают с помощью телефона, соединенного с усилителем. Использование электронных стетоскопов расширяет возможности контроля технического состояния, однако, усиливая стуки и шумы, он не позволяет объективно оценить их, что не исключает влияния субъективных факторов.

Зоны прослушивания шумов и стуков в двигателе показаны на рис. 2. В нижней части блока цилиндров (зона I) прослушивается стук коренных подшипников коленчатого вала, в верхней части блока цилиндров (зона II) – стук шатунных подшипников, а также поршней и цилиндров. На боковых поверхностях в головке цилиндров (зона III) прослушивается стук клапанов и клапанных седел; на боковых стенках крышки клапанов (зона IV) – стуки подшипников распределительного вала; на стенке крышки распределительных звездочек и шестерен (зона V) – шум цепи и звездочек или распределительных шестерен.

Измерение компрессии является наиболее распространенным методом диагностирования ЦПГ по давлению сжатия (компрессии) в цилиндрах двигателя. Для этого используются компрессометры различных конструкций, в том числе универсальный компрессометр КИ-861 (для дизельных и карбюраторных двигателей) или компрессографы (рис. 3). Прибор представляет собой стержень с внутренним каналом. В верхней части стержня закреплен манометр, а нижняя часть заканчивается резиновым наконечником для подсоединения к форсуночным отверстиям двигателя.

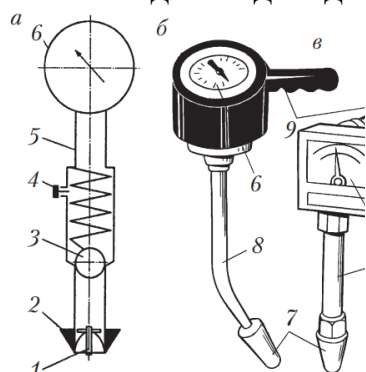


Рисунок 3 – Схема компрессометра (а) и общий вид компрессометра (б) и компрессографа (в):

1 – золотник; 2 – резиновая конусная втулка; 3 – обратный клапан; 4 – винт для сброса показаний; 5 – корпус; 6 – манометр; 7 – наконечник; 8 – трубка; 9 – рукоятка; 10 – карточка с записью компрессии в конце такта сжатия; 11 – цилиндр с поршневым приводом самописца

Компрессограф обеспечивает запись показаний на специальных картах, покрытых воском, где остается информация о компрессии в каждом цилиндре. Он может иметь кнопку и электропроводку для подсоединения к реле включения стартера, что позволяет проверять компрессию самостоятельно, т.е. без помощника. Компрессографы более удобны в работе, повышают культуру работы и облегчают сбор информации о двигателе.

Компрессографы и компрессометры для бензиновых двигателей имеют шкалу с пределом измерений 1,5...2,0 МПа, для дизельных двигателей – 4,0...7,0 МПа.

Давление сжатия измеряется на прогретом двигателе. Все форсунки снимаются, и двигатель прокручивается с помощью пускового двигателя

или стартера. Во время прокручивания двигателя компрессометр устанавливается поочередно на все цилиндры в форсуночные отверстия, и максимальное давление воздуха измеряется на такте сжатия.

Только компрессометр не может оценить истинное состояние в ЦПГ двигателя. Ведь снижение давления сжатия может быть вызвано не только износом гильз цилиндров, поршней, компрессионных колец, но и другими разнообразными причинами, основные из которых:

- нарушение тепловых зазоров в клапанном механизме;
- износ направляющих втулок клапанов;
- прогорание клапана или поршня;
- негерметичность впускных и выпускных клапанов;
- дефекты прокладки ГБЦ;
- закоксовывание поршневых колец, их поломка и т.д.

Оценка состояния ЦПГ по расходу картерных газов. Метод диагностики по прорыву газов в картер двигателя основан на том, что прорыв газов в значительной степени зависит от изнашивания и нагрузки двигателя и мало – от частоты вращения коленчатого вала. Этот метод имеет недостаточную точность из-за влияния утечек газов через сальниковые уплотнения. Свести к минимуму влияние утечек возможно лишь при принудительном отсасывании газов из картера для обеспечения атмосферного давления в нем при измерении расхода, что очень трудоемко. На показания индикатора также влияет уровень вибрации ДВС.

Кроме того, этот метод не позволяет идентифицировать отдельный неисправный цилиндр и, тем более, определить первопричины снижения работоспособности ЦПГ, и он, как правило, нечувствителен к утечкам через клапан. По этим причинам устройство КИ-13761 (рис. 4) вполне справедливо было названо индикатором.

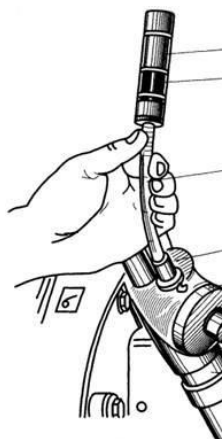


Рисунок 4 – Измерение расхода картерных газов индикатором КИ-13761:

1 – сигнализатор; 2 – поршень сигнализатора; 3 – удлинитель; 4 – патрубок; 5 – крышка; 6 – корпус; 7 – переходник

Диагностика ЦПГ при помощи пневмотестера (пневмокалибратора), позволяет оценить величину утечек из камеры сгорания при полностью закрытых клапанах. Этот метод позволяет идентифицировать конкретный неисправный цилиндр. Поршень испытуемого цилиндра, выставляется при медленном прокручивании коленвала на рабочий такт сжатия или расширения (при перекрытых клапанах). В цилиндр подается сжатый воздух и по времени падения давления оценивается пневмоплот-

ность цилиндра. Этот метод может быть реализован только в стационарных условиях при наличии источника сжатого воздуха (компрессора).

Недостатки метода:

- необходимо выставить поршень хотя бы в две позиции – на середине и в конце такта сжатия., что технически проделать сложно, особенно если двигатель оснащен АКПП, такой автомобиль уже просто вперед-назад не потолкаешь, потребуется подъемник;
- при проверке последних цилиндров мы получим худшие результаты, вследствие утечки к моменту проверки части масла с поверхности гильзы в картер;
- достоверно можно оценить только утечки через клапана, при этом о текущем состоянии колец или износе гильзы этот метод достоверно не указывает;
- большие трудозатраты, так как диагностика каждого цилиндра занимает довольно много времени.

Новый уникальный **метод компрессионно-вакуумной диагностики ЦПГ**, Главная роль в компрессионно-вакуумном методе диагностики принадлежит уникальному прибору – анализатору герметичности цилиндров (АГЦ). Для теоретического анализа метода была разработана компьютерная программа, позволяющая моделировать пневмовакuumные процессы в ЦПГ для конкретных неисправностей.

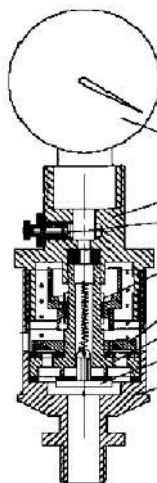


Рисунок 5 – Анализатор герметичности цилиндров АГЦ-2:

1 – корпус; 2 – вакуумный клапан; 3 – подвижный элемент; 4 – стопорная гайка; 5 – крышка корпуса; 6 – корпус клапана с вакуумным каналом; 7 – вакуумметр; 8 – уравнивающий клапан

Этот метод наиболее информативен, а сама диагностика проста как и замер компрессии, да и производится так же. Диагностика сводится к замеру двух параметров вакуума в каждом цилиндре двигателя, что позволяет точно разделить утечки через клапана и кольца и достоверно определить текущее состояние поэлементно деталей ЦПГ: герметичность клапанов, износ гильзы и состояние поршневых колец (нормальное, закоксовка, залегание или поломка).

Прибор АГЦ (анализатор герметичности цилиндров) предназначен для обслуживания двигателей внутреннего сгорания (бензиновых или дизельных), позволяет:

- дифференцированно и достоверно определять состояние ЦПГ любого двигателя внутреннего сгорания;
- контролировать состояние цилиндров, поршней, поршневых колец, впускных и выпускных клапанов;
- определять техническое состояние колпачков, степень износа гильз, закоксовывания поршневых колец и неисправности клапанов газораспределения.

Основные преимущества перед существующими методами диагностики:

- простота – не требуется длительной диагностики и дорогостоящего оборудования;
- доступность – сравнительно низкая стоимость плюс отсутствие необходимости в дополнительном оборудовании делают АПЦ/АГЦ-2 доступным для любого автомеханика;
- достоверность – методика основана на естественных условиях работы элементов ЦПГ и поэтому снижается влияние субъективных оценок и косвенных признаков;
- надежность – простота конструкции и отсутствие сложных систем анализа снижает количество отказов и ошибок.

Все рассмотренные выше методы диагностирования ЦПГ обладают разной чувствительностью. Большей чувствительностью обладают методы измерения утечки сжатого воздуха, прорыва газов в картер и компрессионно-вакуумной диагностики.

Список использованных источников

1. Методы диагностики состояния диагностики состояния цилиндропоршневой группы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015011023> (дата обращения 02.04.2022).
2. Технология диагностирования цилиндропоршневой группы бензиновых и дизельных ДВС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://startmaster35.ru/news/print.php?id=31> (дата обращения 02.04.2022).

METHODS AND DEVICES FOR DIAGNOSTICS CYLINDER PISTON GROUP OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

E.V. Medvedeva, V.N. Kaleda, I.A. Kaleda*

Penza State University, Penza, Russia

**Penza Cossack institute of technologies
FGBOU'S (branch), IN «MGUTU of K.G. Razumovsky (PKU)», Penza, Russia*

The article provides an overview and analysis of methods and devices for diagnosing the cylinder-piston group of internal combustion engines.

Keywords: stethoscope, compressometer, compressographs, KI-13761 device, pneumatic tester, cylinder tightness analyzer