

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.014



МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Б.С. Антропов (фото)

д.т.н., профессор, профессор кафедры автомобильного транспорта

ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль

В.В. Гумённый

доцент кафедры тактики и общевоеенных дисциплин

А.А. Рудаков

преподаватель кафедры тактики и общевоеенных дисциплин

В.А. Генералов

преподаватель кафедры тактики и общевоеенных дисциплин

ФГБУ МО «Ярославское высшее военное училище

противовоздушной обороны», г. Ярославль

**Неисправность,
компрессия,
расход картерных
газов, дымность
отработавших газов,
внешние признаки
неисправности,
диагностические
приборы**

*Malfunction, compression,
crankcase fumes
rate, smoking at the
exhaust, external signs
of malfunction, test
instruments*

С переходом в 90-х годах прошлого столетия к рыночной экономике произошло резкое снижение производства в нашей стране. Этот процесс в значительной степени коснулся автомобильного транспорта, осуществляющего грузовые перевозки.

Автопредприятия из-за отсутствия заказов на перевозки грузов в достаточно больших объёмах вынуждены были продавать предпринимателям, буквально поштучно, автомобили, а также производственные и складские помещения. Таким образом, произошло укрупнение достаточно больших автопредприятий, насчитывающих в своём составе до ста и более единиц автотранспортной техники.

Количество автомобилей, находящихся в настоящее время в собственности предпринимателей, немногочисленно, и базируется оно в большинстве случаев под открытым небом, и в этих же условиях проводится их техническое обслуживание (ТО) и ремонт. Как правило, обслуживание автомобилей сводится к замене масел и фильтрующих элементов в их узлах и агрегатах. Сложности возникают с диагностированием, как составной частью ТО. Особенно это касается двигателя – основного агрегата автомобиля, определяющего его работоспособность. Владельцы транспортных средств в большинстве своём избегают возможности пользования услугами специализированных станций технического обслуживания (СТО) из-за низкого качества проводимых работ и высокой их стоимости. Так, стоимость часа работ в СТО достигает более одной тысячи рублей (без стоимости необходимых запасных частей).

В таких условиях владельцам грузовых автомобилей приходится субъективно проводить диагностирование причин неисправностей

по отдельным внешним признакам работы узлов и агрегатов автотракторной техники. К внешним признакам относятся: снижение тяговых качеств автомобиля; повышенные расходы масел, топлива и охлаждающей жидкости; повышенная дымность отработавших газов; повышенный тормозной путь автомобиля и многое другое [1]. Указанный способ прост, но не всегда достоверен.

В статье предлагаются надёжные методы оценки состояния деталей цилиндропоршневой группы двигателя (ЦПГ). Указанные детали определяют ресурс двигателя, а, следовательно, автомобиля в целом.

Рекомендуется, прежде всего, регулярно контролировать расход масла на долив (на угар). Для этого владельцы автомобилей должны вести регулярный учёт общих расходов масла на долив в двигатель и топлива за пробег между соседними ТО-2 (периодичность замены масла, рекомендуемая заводами-изготовителями АТС) [2]. По полученным данным определяется расход масла в процентах от расхода топлива как [3]:

$$G_M = \frac{\Delta G_M}{\Delta G_T} \cdot 100\%,$$

где ΔG_M и ΔG_T – соответственно общие расход масла на долив и топлива (л) за пробег автомобиля между соседними ТО-2 (км).

На двигателях ЯМЗ, выпускаемых Ярославским моторным заводом, расход масла на долив (перед запуском новых автомобилей в эксплуатацию) составляет 0,1...0,2% от расхода топлива. В эксплуатации в настоящее время принято считать, что если расход масла двигателя достигает значения $G_M \geq 1,5\%$, то на двигателе необходимо производить замену деталей ЦПГ на новые (при условии отсутствия течей масла наружу), исходя из экономической целесообразности.

При повышении указанного значения расхода масла на долив прежде, чем демонтировать головки цилиндров, необходимо определить неработоспособные цилиндры. Для этого в цилиндрах двигателя с помощью компрессометра производится замер компрессии (давление в цилиндре в конце такта сжатия). На двигателях ЯМЗ-236, 238 и их модификациях компрессия должна быть не менее 2,5 кПа (25 кг/см²) при работе на минимальных оборотах коленчатого вала. Цилиндры, в которых компрессия меньше указанного значения, являются дефектными, и в них необходима замена деталей ЦПГ. Остальные цилиндры являются работоспособными, в них замена деталей данной группы нецелесообразна. Недостатками метода

замера давления внутри цилиндров является то, что он констатирует следствие, но не объясняет причин возникновения дефекта.

Следующий метод определения дефектных цилиндров двигателя сводится к тому, что прогретый до температуры охлаждающей жидкости 60...70°C двигатель выводится на работу минимальных оборотов холостого хода и последовательно в цилиндрах отключается подача топлива. Цилиндры, при отключении которых частота вращения коленчатого вала не изменяется (определяется по частоте вращения крыльчатки вентилятора системы охлаждения или по прибору частоты вращения в кабине водителя), являются дефектными. Существенным недостатком этого метода является тот факт, что определить дефектные цилиндры практически невозможно на шести- и восьмицилиндровых двигателях (при отключении одного цилиндра частота вращения практически не изменяется).

Следующим методом оценки состояния деталей ЦПГ является определение расхода картерных газов. Однако до настоящего времени в эксплуатации этот параметр в большинстве случаев оценивается визуально по интенсивности выделения из сапуна указанных газов и содержания в них капель моторного масла.

Расход картерных газов ($Q_{кз}$) можно измерить точно с помощью расходомеров фирмы AVL (Австрия) или отечественного производства КИ-13761. Так, на безнаддувных двигателях ЯМЗ-236, 238 и их модификациях с помощью расходомеров достоверно предельное значение $Q_{кз} \geq 1,4 \text{ м}^3/\text{цил} \cdot \text{час}$, при достижении которого на двигателях отмечаются неисправности деталей ЦПГ. Предельное значение $Q_{кз}$ определено при испытании двигателей на стенде, на режиме минимальных оборотов холостого хода. Недостатком этого метода является невозможность определить отдельно дефектные цилиндры двигателя.

На заключительном этапе диагностирования возможна визуальная оценка состояния деталей ЦПГ в дефектных цилиндрах, используя при этом эндоскоп (страна происхождения – Китай, рис. 1), в том числе более совершенная модель с диагностическим тестером.

Через отверстие для форсунки можно посмотреть стенки цилиндра, днище поршня, клапана. Осмотром скрытых полостей можно определить износ ЦПГ, своевременно обнаружить нагар на стенках цилиндров и днище поршня, без раз-



Рисунок 1 – Эндоскоп с диагностическим тестером

борки двигателя установить наличие поврежденных клапанов, убедиться в отсутствии трещин головки блока и герметичности её прокладки. Применение эндоскопа позволяет даже при незначительном износе маслосъемных колпачков или поршневых колец, когда внешне ещё ни один признак неисправностей не проявляет себя, обнаружить следы масла на клапанах, в камере сгорания, на днище поршня.

Относительно недавно западноевропейскими фирмами опробован и в настоящее время широко используется метод диагностики ЦПГ по току, потребляемому стартером при прокрутке двигателя. Во время прокрутки стартером, без запуска, специальным прибором снимаются по-

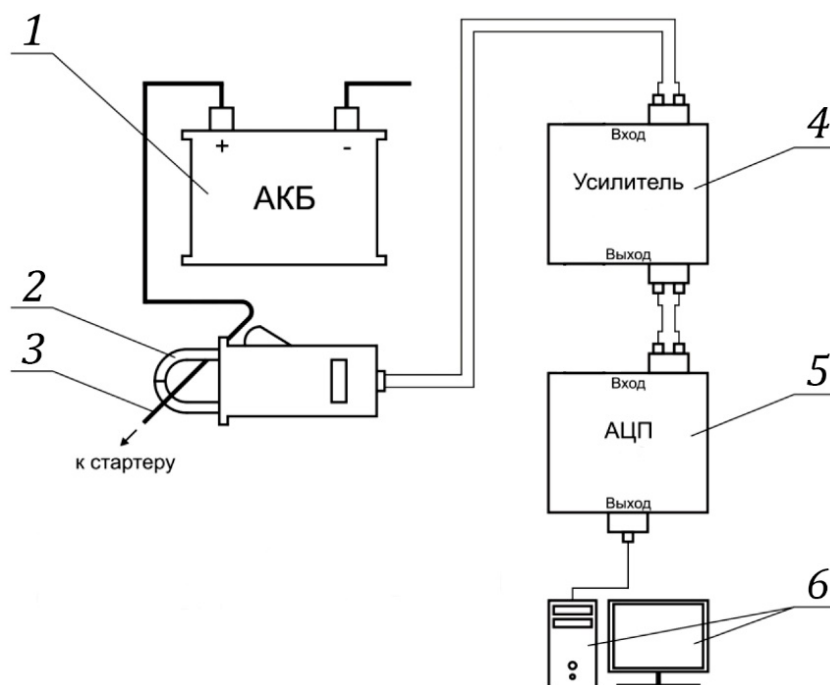
казания колебаний электрического тока в проводе, подводящем его к стартеру, и фиксируются на компьютере в виде осциллограммы. Амплитуда колебаний на осциллограмме напрямую зависит от компрессии в данном цилиндре. Соответственно, амплитуда будет тем выше, чем больше компрессия, и по ней можно делать заключение об исправности деталей данного цилиндра.

Для измерений необходимо отключить подачу топлива к форсункам. Подключить прибор, включающий в себя комплекс устройств, представленных на рисунке 2 [4; 5].

На рисунке 3 представлена осциллограмма, полученная с использованием подобного комплекса в ходе диагностики четырёхцилиндрового дизельного двигателя ЯМЗ-534 в сервисном центре ЯМЗ-ФРЦ.

Оценивая полученные результаты осциллограммы и зная порядок работы цилиндров (1-3-4-2), можно определить, что амплитуда колебаний на уровне четвертого цилиндра имеет наименьшее значение. Низкий порог значения одной из амплитуд свидетельствует о худшем состоянии деталей ЦПГ данного цилиндра.

Данный метод является достаточно информативным и чувствительным и позволяет быстро оценить техническое состояние всех цилиндров, что очень удобно при диагностике многоцилиндровых двигателей.



1 – аккумуляторная батарея; 2 – съёмник сигналов; 3 – провод питания стартера; 4 – аналоговый усилитель сигнала; 5 – аналого-цифровой преобразователь; 6 – ПЭВМ.

Рисунок 2 – Комплекс устройств для регистрации колебаний тока стартера

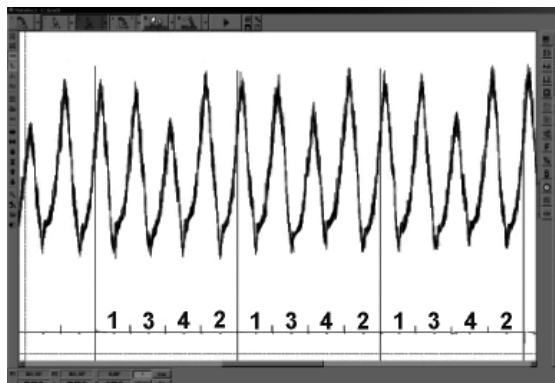


Рисунок 3 – Осциллограмма результатов диагностирования

Выводы

1. В статье проанализированы простые и доступные методы диагностирования состояния деталей ЦПГ двигателей автотракторной техники. Методы разработаны на основе учёта комплекса внешних проявлений неисправностей ЦПГ с использованием минимального количества диагностических приборов. Это актуально для огромного количества владельцев транспортных средств, не имеющих базы для технического обслуживания.

2. По мнению авторов, использование в эксплуатационных условиях приведённых методов диагностирования позволит сократить материальные и трудовые затраты при устранении неисправностей деталей ЦПГ двигателей.

Литература

1. Антропов, Б.С. Диагностирование автотранспортных средств [Текст]: учеб. пособие / Б.С. Антропов, И.С. Басалов. – Ярославль: ЯГТУ, 2016 – 144 с.
2. Антропов, Б.С. Выбор параметров диагностирования деталей цилиндропоршневой группы автомобильных дизельных двигателей [Текст] / Б.С. Антропов, В.В. Капралов, В.В. Гумённый, В.А. Генералов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2020. – № 2 (50). – С. 82–84. DOI 10.35694/YARCX.2020.50.2.0015.
3. Антропов, Б.С. Методы снижения трудоёмкости технического обслуживания современных автомобилей [Текст]: учеб. пособие / Б.С. Антропов, Е.И. Кубеев, В.В. Иродов. – Ярославль: Издательский дом ЯГТУ, 2018. – 76 с.
4. Quantex Laboratory. Мотор-тестер MotoDocIII [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.quantexlab.ru>.
5. Гюнтер, Г. Диагностика дизельных двигателей [Текст] / Г. Гюнтер. – М.: ООО Книжное издательство «За рулем», 2004. – 176 с.

References

1. Antropov, B.S. Diagnostirovanie avtotransportnyh sredstv [Tekst]: ucheb. posobie / B.S. Antropov, I.S. Basalov. – Yaroslavl': YAGTU, 2016 – 144 s.
2. Antropov, B.S. Vybory parametrov diagnostirovaniya detalej cilindroporshnevoj gruppy avtomobil'nyh dizel'nyh dvigatelej [Tekst] / B.S. Antropov, V.V. Kapralov, V.V. Gumyonnyj, V.A. Generalov // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. – 2020. – № 2 (50). – S. 82–84. DOI 10.35694/YARCX.2020.50.2.0015.
3. Antropov, B.S. Metody snizheniya trudoemkosti tekhnicheskogo obsluzhivaniya sovremennyh avtomobilej [Tekst]: ucheb. posobie / B.S. Antropov, E.I. Kubeev, V.V. Irodov. – Yaroslavl': Izdatel'skij dom YAGTU, 2018. – 76 s.
4. Quantex Laboratory. Motor-tester MotoDocIII [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.quantexlab.ru>.
5. Gyunter, G. Diagnostika dizel'nyh dvigatelej [Tekst] / G. Gyunter. – M.: ООО Knizhnoe izdatel'stvo «Za rulem», 2004. – 176 s.