



*Поршни, гильзы,
поршневые кольца,
расход масла на долив,
расход картерных газов,
компрессия*

*Pistons, liners, piston rings,
oil flow rate, crankcase gas
flow rate, compression*

DOI 10.35694/YARCX.2020.50.2.0015

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Б.С. Антропов (фото)

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

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

В.В. Капралов

к.п.н., старший преподаватель кафедры тактики и общевоеенных дисциплин

В.В. Гумённый

доцент кафедры тактики и общевоеенных дисциплин

В.А. Генералов

преподаватель кафедры тактики и общевоеенных дисциплин
ФГБУ МО «Ярославское высшее военное училище
противовоздушной обороны», г. Ярославль

В состав деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ) входят поршни, гильзы и поршневые кольца. Указанные детали являются самыми нагруженными в двигателе, т.к. они работают в условиях высоких температур и знакопеременных нагрузок от газовых и инерционных сил. К тому же детали ЦПГ имеют контакт с атмосферным воздухом, содержащим частицы абразивной пыли. Эти факторы интенсифицируют износ рассматриваемых деталей, определяющих ресурс двигателей автотранспортной техники. Для реализации ресурса двигателей, гарантируемого заводами-изготовителями, необходимо соблюдать при эксплуатации автомобилей рекомендации изготовителей по техническому обслуживанию, применяемым маслам и топливу (особенно по содержанию серы в нём [1]). Существенная роль в повышении работоспособности деталей ЦПГ принадлежит и диагностированию их состояния в процессе эксплуатации.

Анализ параметров диагностирования для двигателей ЯМЗ в своё время был выполнен инженерами-исследователями экспериментального цеха Ярославского моторного завода, входящего в состав ОАО «Автодизель». Указанное исследование было выполнено под руководством начальника лаборатории «Надёжность двигателей» Б.С. Антропова (ныне профессора ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет»).

Отбор параметров диагностирования деталей ЦПГ (из показателей работы двигателя на тормозном стенде на номинальном ре-

жиме) проводился по значению коэффициента информативности, который определяется как [2]

$$K = \frac{S_0 - S_{\text{пр}}}{S_{\text{пр}}}, \quad (1)$$

где S_0 и $S_{\text{пр}}$ – соответственно начальное и предельное значения диагностируемого параметра.

Начальное значение параметра (S_0) – значение у нового технически исправного двигателя (перед запуском его в эксплуатацию), $S_{\text{пр}}$ – предельное значение параметра, при достижении которого необходимо остановить эксплуатацию двигателя по экономическим соображениям или по соображениям безопасности (возможна его авария).

Из опыта эксплуатации двигателей ЯМЗ известно, что состояние деталей ЦПГ определяют в значительной степени такие показатели, как мощность (N_e), расход топлива (Q), расход масла на долив (G_M), расход картерных газов ($Q_{\text{кг}}$), компрессия (давление в цилиндрах в конце такта сжатия) (P_c) и дымность отработавших газов (коэффициент поглощения света) (N_c).

По мере износа деталей ЦПГ происходит изменение указанных показателей в худшую сторону от начальных значений. Не все из указанных показателей могут быть использованы в качестве диагностических параметров, т.к. пределы их изменения разные и многие из них невозможно измерить в эксплуатации (требуются дорогостоящие приборы и стенды).

Исследования проводились в следующем порядке. В эксплуатации были отобраны двигатели ЯМЗ с большим пробегом, близким к их ресурсу. Двигатели находились в работоспособном состоянии и были подготовлены автохозяйствами для проведения их капитального ремонта. Основные причины снятия двигателей с автомобилей: большие расходы масла или топлива, повышенная дымность отработавших газов, снижение пусковых свойств при отрицательных температурах атмосферного воздуха, снижение тяговых качеств автомобиля, низкое давление масла в системе смазки двигателя и др.

Указанные двигатели доставлялись в экспериментальный цех ЯМЗ, где устанавливались на тормозной стенд, и перед запуском проводилась их регулировка до норм завода-изготовителя (угол опережения впрыска топлива, тепловые зазоры в клапанном механизме газораспределения, форсунки и топливный насос высокого давления). В отдельных случаях топливную аппаратуру невозможно было отрегулировать и она

заменялась на контрольную, соответствующую заводским нормам. После регулировок проводились испытания двигателей на стенде – определялись показатели их работы, указанные выше, на номинальном режиме. Такая методика исследования сводилась к тому, чтобы определить только влияние износов деталей ЦПГ на рассматриваемые показатели двигателя и отобрать из них наиболее информативные в качестве параметров диагностирования.

По результатам исследования были определены значения коэффициента информативности « K » для показателей:

расход масла на долив.....0,67;
расход картерных газов.....0,35;
компрессия.....0,30;
дымность отработавших газов.....0,11;
мощность двигателя.....0,05;
расход топлива.....0,04.

Наибольшее значение имеет коэффициент информативности расхода масла на долив ($K = 0,67$). Следовательно, расход масла на долив в наибольшей степени реагирует на износ деталей ЦПГ.

Значительно меньше реагирует на износ рассматриваемых деталей расход картерных газов ($K = 0,35$) и компрессия в цилиндрах двигателей ($K = 0,30$). Остальные показатели имеют очень низкие значения коэффициента K , и они практически непригодны для использования в качестве параметров диагностирования деталей ЦПГ.

Таким образом, следует рекомендовать основным параметром для диагностирования деталей ЦПГ расход масла на долив и вспомогательными – расход картерных газов и компрессию в цилиндрах двигателей. Однако в большинстве автохозяйств отсутствуют расходомеры картерных газов, поэтому по интенсивности выделения газов из сапуна и содержанию в них капель масла, определяемых визуально, можно получить подтверждение о повышенном расходе масла двигателя.

Расход масла и топлива двигателей в условиях эксплуатации контролируется по статистическим данным за пробег автомобиля между соседними ТО-2 (периодичность замены масла), которые фиксируются в техотделах АТП.

Расход масла на долив определяется как

$$G_M = \frac{\Delta G_M}{\Delta G_T} * 100 \%, \quad (2)$$

где ΔG_M и ΔG_T – соответственно суммарные расходы масла и топлива за пробег автомобиля между соседними ТО-2, км.

Пределными значениями расхода масла на долив для двигателей ЯМЗ-236, 238 и их модификаций (двигатели размерности $S/D = 140/130$ мм) в эксплуатации принято считать $S_{пр} = 1,5\%$ (тройное увеличение начального значения, т.е. $S_{пр} = 3,0 \cdot S_0$). При достижении $S_{пр} = 1,5\%$ дальнейшая эксплуатация двигателя считается экономически нецелесообразной. На таких двигателях производится замена деталей ЦПГ.

Перед разборкой двигателей с повышенным расходом масла целесообразно замерить компрессию в цилиндрах. Замер производится компрессором при работе двигателей на минимальной частоте вращения коленчатого вала 600 ± 50 об/мин⁻¹. В цилиндрах, где компрессия ниже $2,5$ мПа (25 кгс/см²), необходимо заменить детали ЦПГ на новые (в цилиндрах возможны повышенный износ деталей, их задиры, эрозионное разрушение поршней, поломка поршневых колец

и др.). Остальные цилиндры пригодны для дальнейшей эксплуатации.

Неисправности деталей ЦПГ и методы их обнаружения подробно изложены в источнике [3].

Выводы

1. В результате выполненного исследования определена степень влияния износов деталей ЦПГ на показатели работы двигателя.

2. Установлено, что износы деталей ЦПГ существенно влияют на расход масла на долив. Этот показатель рекомендуется в качестве основного параметра диагностирования деталей ЦПГ.

3. Расход картерных газов и компрессия в цилиндрах рекомендуются в качестве дополнительных параметров диагностирования деталей ЦПГ. Так, замеры компрессии позволяют определить неисправные цилиндры двигателя.

Литература

1. Силовые агрегаты ЯМЗ-236Н и их модификации. Руководство по эксплуатации 236НЭ-3902150 РЭ [Текст]. – Ярославль: ОАО «Автотизель», 2010.
2. Антропов, Б.С. Диагностирование автомобилей [Текст]: учебное пособие / Б.С. Антропов, Ю.З. Звонкин, А.Л. Крайнов. – Ярославль: ЯГТУ, 2010. – 228 с.
3. Антропов, Б.С. Обнаружение неисправностей дизелей ЯМЗ [Текст] / Б.С. Антропов, В.И. Жеребятьев, В.П. Цаплин. – М.: Агпропромиздат, 1989. – 128 с.

References

1. Silovye agregaty JaMZ-236N i ih modifikacii. Rukovodstvo po jekspluatacii 236NJe-3902150 RJe [Tekst]. – Jaroslavl': OAO «Avtodizel'», 2010.
2. Antropov, B.S. Diagnostirovanie avtomobilej [Tekst]: uchebnoe posobie / B.S. Antropov, Yu.Z. Zvonkin, A.L. Krajnov. – Jaroslavl': JaGTU, 2010. – 228 s.
3. Antropov, B.S. Obnaruzhenie neispravnostej dizelej JaMZ [Tekst] / B.S. Antropov, V.I. Zherebyat'ev, V.P. Tsaplin. – M.: Agropromizdat, 1989. – 128 s.