

## НОРМИРОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ДВИГАТЕЛЯ

**Полянский А.С., д. т. н., проф., Молодан А.А., к.т.н., доц.**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко*

*Предложены зависимости для обоснования нормативов диагности-ческих параметров цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) на примере двигателя КамАЗ-740. В качестве параметров выбраны: количество картерных газов, как диагностический параметр, и расход масла на угар, расход топлива, давление в конце такта сжатия (компрессия), как эксплуатационные параметры и износ деталей ЦПГ и клапанного механизма головки цилиндра, как качественный параметр.*

**Введение.** Помимо регламентируемых нормативом структурных изменений ЦПГ присущи характерные неисправности, такие как разрушение перемычек и трещины в поршне, поломка поршневых колец, залегание поршневых колец, износ поршней, цилиндров и колец, задиры на юбке и поверхности цилиндра, пробоина или трещина в цилиндре, выпадение фиксаторов поршневого пальца, деформация плоскостей блока.

Способ нормирования определяет методику расчета и исходные данные, которые используются для определения соответствующих значений параметров.

Анализ последних достижений и публикаций. В процессе разработки систем диагностирования основное внимание уделяется определению предельно допустимых диагностических параметров [1, 2, 4, 8].

Нормативы износостойкости [1, 4, 7], необходимые для оперативного выявления деталей с неудовлетворительной износостойкостью должны разрабатываться, исходя из этого условия. При разработке нормативов и оценке соответствия фактических скоростей изнашивания, нормативным также необходимо учитывать:

- нелинейность динамики изнашивания, т.е. изменение скорости изнашивания в течение заданной наработки;

- вероятностный характер этого процесса, обуславливающий рассеивание износов одноименных деталей и скоростей их изнашивания.

Определение же предельно-допустимых значений диагностических параметров Сараева И.Ю. [5] осуществляла эмпирическим способом, при этом на характер изменения диагностического или структурного параметров влияет большое число эксплуатационных (временных, нагрузочных, температурных и др.) факторов. Кроме того, при переходе от структурных параметров к диагностическим и от уровня отдельных элементов и сопряжений к оценке технического состояния агрегатов машин в целом, характер изменения диагностических параметров перестает быть монотонным.

Спичкин Г.Я. в своей работе [6] приводит зависимость между прорывом газа в картер и другими параметрами двигателя, нормируя при этом соотношение их между собой [3, 6], при этом запас ресурса дан с учетом дорожных условий работы автомобилей, но при этом не учитывается состояние клапанного механизма.

Однако существующие методы нормирования диагностических параметров ЦПГ и клапанного механизма не позволяют в полной мере установить ограничения на предельные значения количества газов, прорывающихся из надпоршневого пространства по двум направлениям в картер двигателя. Необходимо комплексный подход к оценке технического состояния ЦПГ по известным эксплуатационным и качественным показателям, которые могут быть определены только экспериментальным путем.

Цель и постановка задачи. Целью исследования является разработка нормативов диагностических параметров ЦПГ и клапанного механизма головки цилиндра двигателя. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи исследования:

- выявить связь между эксплуатационными и диагностическими параметрами ЦПГ и клапанного механизма головки цилиндра двигателя;
- определить предельные и допустимые диагностические параметры газов, проходящих в картер двигателя сквозь площади зазоров в ЦПГ и клапанном механизме отремонтированных двигателей.

**Постановка вопроса разработка нормативов диагностических параметров ЦПГ.** Произведем анализ экспериментальных данных [3] с точки зрения нормативов, по которым можно судить о состоянии ЦПГ. Поскольку оценивать техническое состояние ЦПГ можно и по косвенным признакам и по комплексным параметрам.

Определим зависимости износа поршневых колец  $Q = f(\Delta_1)$ , клапанного механизма  $Q = f(\Delta_2)$ , расхода масла на угар  $Q = f(g_{\text{м.уг.}})$ , расхода топлива  $Q = f(G_T)$ , давления в конце такта сжатия (компрессии)  $Q = f(p_{\text{сж}})$  от количества картерных газов (рис. 1-3, 6, 8).

1) зависимость между износом поршневых колец и количеством картерных газов

$$Q_1 = -22,35\Delta_1^2 + 133,17\Delta_1 - 38,32. \quad (1)$$



Рис. 1 – Зависимость между износом компрессионных колец и количеством картерных газов

2) зависимость между износом клапанного механизма и количеством картерных газов

$$Q_2 = 729,57\Delta_2^2 + 89,51\Delta_2 + 0,24. \quad (2)$$

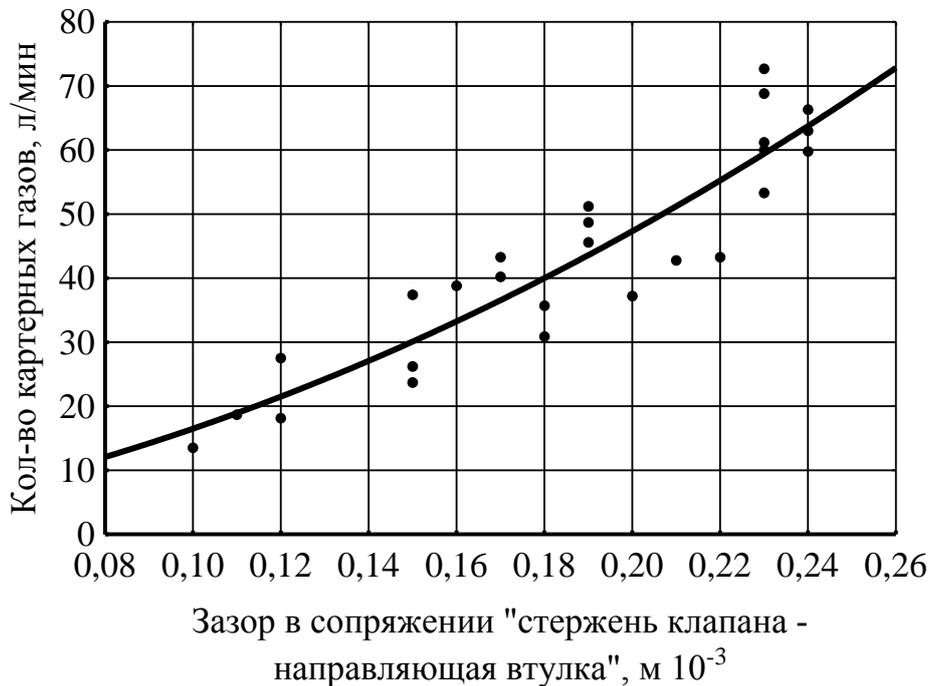


Рис. 2 – Зависимость между износом узла «стержень клапана – направляющая втулка» и количеством картерных газов

Микрометраж должен проводиться при температуре окружающей среды, равной  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ . Детали, подвергающиеся микрометражу, и инструменты должны быть выдержаны при температуре окружающей среды, равной  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  не менее 8 ч.

Погрешность измерений по ДСТУ 2681-94 или РМГ 29-99.

Измерение деталей должно осуществляться по утвержденным в установленном порядке заводским методикам выполнения измерений, разработанным согласно ГОСТ 8.010-90.

3) зависимость между расходом топлива и количеством картерных газов, замер производился при оборотах двигателя, близких к номинальным с помощью расходомера калориметрического типа [9].

$$Q_3 = -0,43G_T^2 + 32,27G_T - 507,85. \quad (3)$$

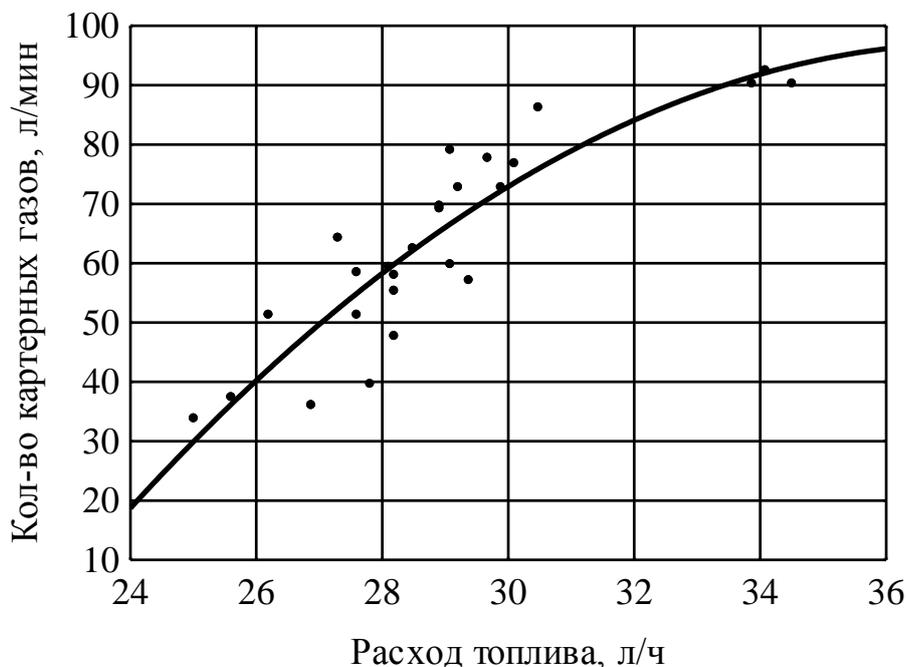


Рис. 3 – Зависимость между расходом топлива и количеством картерных газов

Расход топлива за время определения расхода масла на угар, %, определяется по формуле

$$\Delta G'_T = \frac{100 \sum_1^a G_{Ti}}{a}, \quad (4)$$

где  $a$  – число измерений расхода топлива.

Замер количества масла производился в соответствии со следующей методикой

$$G_{\text{м.уг.}} = G_{\text{м.н.}} - G_{\text{м.к.}}, \quad (5)$$

где  $G_{\text{м.н.}}$  – масса масла перед испытанием, кг;

$G_{\text{м.к.}}$  – масса масла после испытания, кг.

Расход масла на угар должен определяться по убыли масла из картера дизеля или из масляного бака при работе дизеля в течении 60 минут при номинальной частоте вращения и мощности, составляющей 90% от эксплуатационной.

Допускается для прогрева дизеля работать не более 15 минут на частичных нагрузках, превышающих 60% номинальной мощности.

Двигатель до начала испытаний необходимо прогреть до рабочего теплового режима, затем не позднее чем через 5 минут после остановки дизеля начать слив масла из картера. При этом коленчатый вал должен быть провернут таким образом, чтобы поршень первого цилиндра находился в верхней мертвой точке.

Продолжительность стекания масла должна составлять 40-45 минут.

4) зависимость между расходом масла на угар и количеством картерных газов

$$Q_4 = 0,65g_{\text{м.уг.}}^2 - 5,83g_{\text{м.уг.}} + 37,13. \quad (6)$$

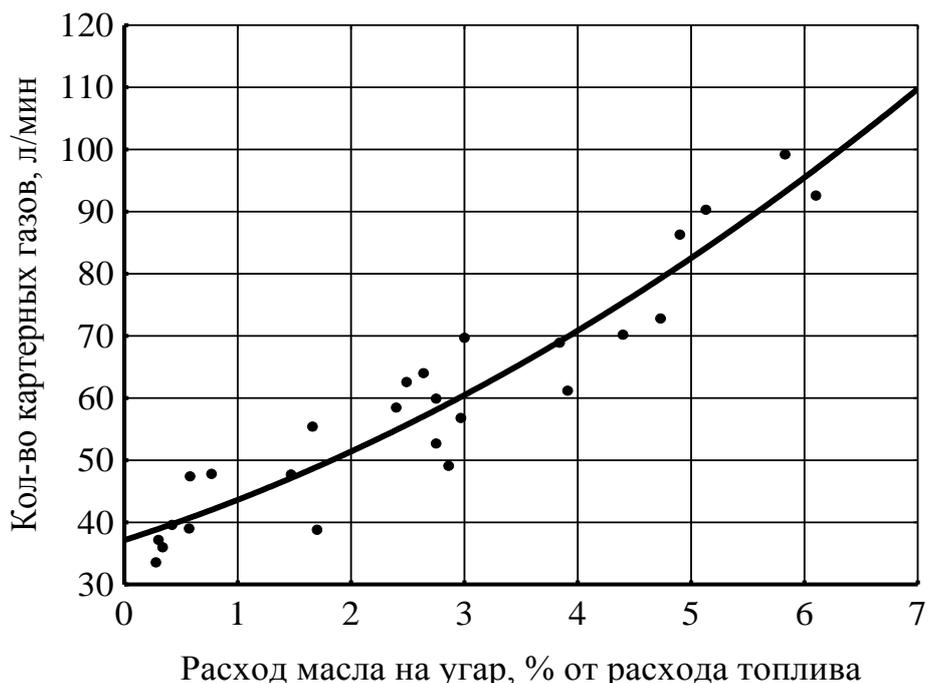


Рис. 4 – Зависимость между расходом масла на угар и количеством картерных газов

Относительный расход масла на угар, %, определяется по формуле

$$g_{\text{м.уг.}} = \frac{100\Delta G_{\text{м.уг.}}}{\Delta G'_T}. \quad (7)$$

5) зависимость между давлением в конце такта сжатия (компрессией) и количеством картерных газов

$$Q_5 = 0,56p_{\text{сж}}^2 - 35,40p_{\text{сж}} + 560,08. \quad (8)$$

Измерение параметра давления в конце такта сжатия определялось в каждом цилиндре с помощью прибора – компрессометра, при этом измерение количества картерных газов также измерялось с учетом отключения того или другого цилиндра.

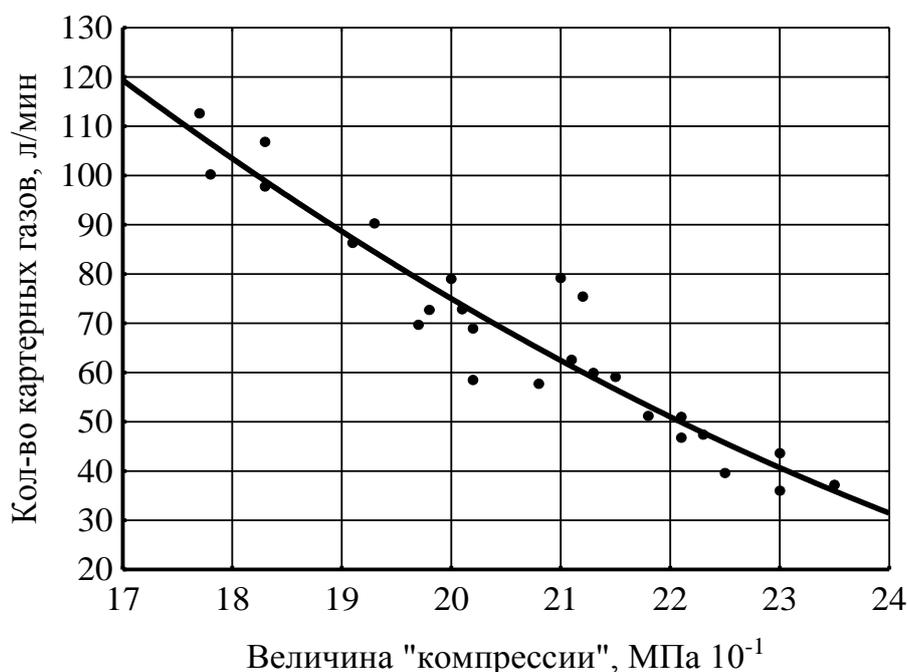


Рис. 5 – Зависимость между давлением в конце такта сжатия (компрессией) и количеством картерных газов

### Выводы:

1. Получены зависимости между количеством картерных газов и такими важными эксплуатационными параметрами, как: расход масла на угар, расход топлива, давлением в конце такта сжатия (компрессия) и износом деталей, определяющих сопряжения ЦПГ и клапанного механизма головки цилиндра.

2. Полученные зависимости хорошо коррелируются с заводскими данными, по которым прорыв газов в картер не должен превышать 120 л/мин, что соответствует изменению интенсивности нарастания количества картерных газов.

3. Получены номинальные (18-22 л/мин), допустимые (до 70 л/мин) и предельные (более чем 90 л/мин) значения количества картерных газов в двигателе КамАЗ-740 для оценки технического состояния ЦПГ, а также обоснованы номинальные и предельные значения для количества газов проходящих из надпоршневого пространства сквозь площади зазоров в клапанном механизме головки цилиндра в картер (номинальные – 1-1,5 л/мин.; предельные – более чем 20 л/мин).

### Список используемых источников

1. Кухтов В.Г. Долговечность деталей шасси колесных тракторов: Монография / Кухтов В.Г. – Харьков: ХНАДУ, 2004. – 291 с.
2. Методика определения предельных и допустимых диагностических параметров агрегатов машин. – Горький: ВНИИНМАШ, 1980. – 34 с.
3. Полянский А.С. Прогнозирование качества капитального ремонта цилиндро-поршневой группы дизельного двигателя / А.С. Полянский, А.А. Молодан, В.Н. Плетнев // Праці Таврійського державного агротехнологічного

- університету. – Мелітополь, 2010. – Т.5, Вип. 10, – С. 97-104.
4. Полянский А.С. Повышение и нормирование безотказности тракторных двигателей в начальный период их эксплуатации (на примере дизелей типа СМД-60, 62): дис. ... кандидата техн. наук: 05.20.03 / Александр Сергеевич Полянский. – Х., 1994. – 167с.
  5. Сараева И.Ю. Усовершенствование процесса диагностирования цилиндропоршневой группы и герметичности клапанов бензинового двигателя автомобиля: дис. ... кандидата техн. наук: 05.22.20 / Ирина Юрьевна Сараева. – Х., 2006. – 262 с.
  6. Спичкин Г.Я. Диагностика технического состояния автомобиля: учеб. пособие для сельск. проф.-техн. училищ / Спичкин Г.Я. – М.: Высшая школа, 1975. – 304 с.
  7. Сумец А.М. Прогнозирование потребности в запасных частях / Сумец А.М. – Х.: ОКО, 1997. – 182 с.
  8. Шапиро Е.А. Исследование эксплуатационной надежности машинно-тракторного парка с целью обоснования нормативов безотказности и резервных элементов: автореф. дис. на соискание наук, степени канд. техн. наук: спец. 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» / Е.А. Шапиро. – Л. – Пушкин, 1981. – 17 с.
  9. Тимченко А.И. Методика бестормозной приработки двигателя: дис. ... кандидата техн. наук: 05.22.10 / Алексей Игоревич Тимченко. - Х., 1997. - 164 с.

## **Анотація**

### **НОРМУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕМЕНТІВ ДВИГУНА**

Полянський О.С., Молодан А.О.

*Запропоновані залежності для обґрунтування нормативів діагностичних параметрів циліндро-поршневої групи (ЦПГ) на прикладі двигуна КамАЗ-740. В якості параметрів вибрані: кількість картерних газів, як діагностичний параметр, витрата масла на угар, витрату палива, тиск в кінці такту стискування (компресія), як експлуатаційні параметри і знос деталей ЦПГ і клапанного механізму голівки циліндра, як якісний параметр.*

## **Abstract**

### **RATIONING OF DIAGNOSTIC PARAMETERS ENGINE COMPONENTS**

A. Poljansky, A. Molodan

*Depending on proposed regulations to support the diagnostic parameters of the cylinder-piston group (CPG) based on the KamAZ-740 engine. The parameters are chosen: the number of crankcase gases, as a diagnostic parameter, and oil consumption, fuel consumption, the pressure at the end of the compression stroke (compression) as the operating parameters and the wear of details and the cylinder head valve train, as a quality parameter.*