

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Полянский А.С., д.т.н., профессор

Молодан А.А., ассистент

Плетнёв В.Н., аспирант*

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация - предложена методика оценки качества капитального ремонта цилиндропоршневой группы в зависимости от достигнутой погрешности геометрической формы деталей. Методика позволяет прогнозировать показатели надежности отремонтированных двигателей КамАЗ-740 в начальный период эксплуатации.

Ключевые слова - цилиндропоршневая группа, погрешность геометрической формы, качество капитального ремонта.

Постановка проблемы. Качество изготовления машины характеризуется соответствием рабочим чертежам действительных размеров, геометрической формы поверхностей деталей, взаимного расположения этих поверхностей в сопряжениях деталей и сборочных единиц, физико-механических свойств материалов, шероховатости поверхностей и других параметров.

Между показателями качества и эксплуатационными свойствами машины существует корреляционная связь, которая обуславливает эффективность использования машин, их агрегатов, систем.

Анализ основных исследований и публикаций. Обзор литературы [1-3] показал, что в начальный период эксплуатации появляются скрытые заводские дефекты, обусловленные качеством выполнения технологических операций изготовления или ремонта машины. Отсутствие исследований, устанавливающих зависимость показателей надёжности машин от качества отремонтированных машин и их агрегатов (например, достигнутой погрешности геометрической формы деталей и других показателей), снижает точность прогнозирования надёжности машин и эффективности их использования.

Формулировка целей статьи. Целью исследования является прогнозирование надежности элементов цилиндропоршневой группы (ЦПГ) дизельного двигателя по показателям качества ремонта (на примере

© д.т.н., профессор А.С. Полянский, ассистент А.А. Молодан, аспирант В.Н. Плетнев

* Научный руководитель - д.т.н., профессор Полянский А.С.

погрешности геометрической формы деталей) методом аппроксимации статистических данных [1].

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи исследования:

- Выполнить обработку статистических данных количества «картерных» газов, являющихся диагностическим показателем качества ремонта ЦПГ;

- Оценить степень влияния качества ремонта деталей ЦПГ на допустимые и предельные отклонения параметров технического состояния машин и их агрегатов в начальный период эксплуатации.

Основная часть. Регрессионная модель связи между параметрами качества ремонта и надёжности в начальный период эксплуатации будет иметь вид

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x.$$

Исходной информацией служат результаты экспериментальных исследований, проводимых на протяжении 7-ми лет на автомобильно-ремонтных заводах Харьковской и Донецкой областей. В качестве исследуемых изделий послужили дизельные двигатели КамАЗ-740.10, в количестве 26 штук, при минимальном объеме выборки 24 шт., в которых диагностировалась цилиндропоршневая группа по следующим параметрам: оценка количества «картерных» газов, зазор в сопряжении «гильза-поршень», зазор в замке компрессионного кольца, торцевой зазор компрессионного кольца (табл. 1).

Допущение при проведении исследования: Микрометраж проводился только на двигателях, поступивших в капитальный ремонт. На отремонтированных двигателях зазоры в сопряжениях принимались равными техническим условиям на капитальный ремонт двигателей.

Наиболее достоверным для прогнозирования технического состояния ЦПГ, является количество «картерных» газов в картере двигателя [4].

Таблица 1 – Результаты диагностирования цилиндропоршневой группы двигателя КамАЗ-740.10

№ п/п	Кол-во картерных газов, л/мин	Зазор в сопряжении «гильза-поршень», мм	Зазор в замке компрессионного кольца, мм	Торцевой зазор компрессионного кольца, мм
1	64	0,39	1,0	0,14
2	59,2	0,37	0,9	0,15
3	33,6	0,19	0,65	0,13
4	37,2	0,25	0,65	0,14
5	36	0,27	0,6	0,16

6	39,6	0,12	0,65	0,13
7	86,3	0,27	0,8	0,16
8	72,1	0,26	0,9	0,21
9	76,8	0,28	1,1	0,19
10	71,8	0,21	1,0	0,24
11	55,8	0,14	0,85	0,20
12	68,9	0,25	0,95	0,18
13	78,1	0,24	1,1	0,24
14	88,3	0,24	1,0	0,26
15	55,4	0,20	0,8	0,22
16	59,9	0,15	0,85	0,19
17	51,0	0,26	0,85	0,22
18	62,6	0,14	1,0	0,21
19	56,9	0,12	0,85	0,20
20	77,8	0,19	1,05	0,24
21	90,2	0,31	1,1	0,23
22	92,6	0,24	1,2	0,25
23	47,4	0,16	0,8	0,19
24	51,2	0,14	0,9	0,19
25	58,5	0,12	0,9	0,21
26	69,7	0,14	0,9	0,22

По результатам экспериментальных исследований (таблица 1) получили зависимости (рис. 1,2,3).

1) количество «картерных» газов – зазор в сопряжении «гильза-поршень» аппроксимируется уравнением:

$$y = 227,43x + 72,38x^2, \quad (1)$$

2) количество «картерных» газов – зазор в замке компрессионного кольца аппроксимируется уравнением:

$$y = 8,41x + 63,54x^2, \quad (2)$$

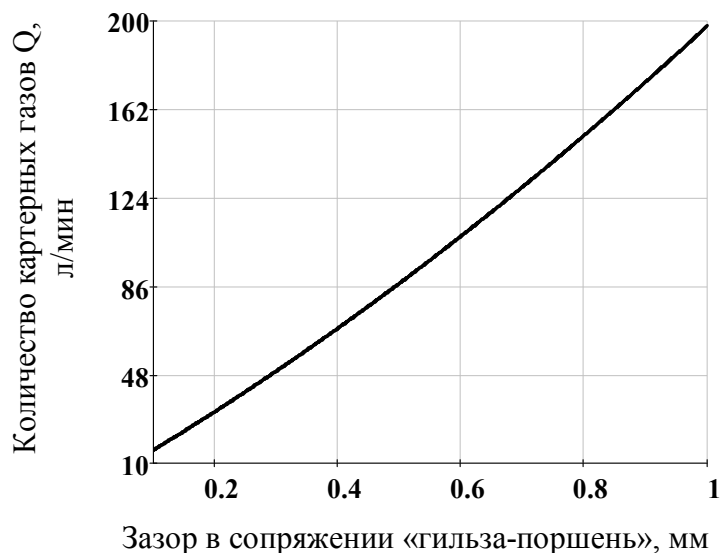


Рис. 1. Влияние зазора в сопряжении «гильза-поршень» на количество картерных газов

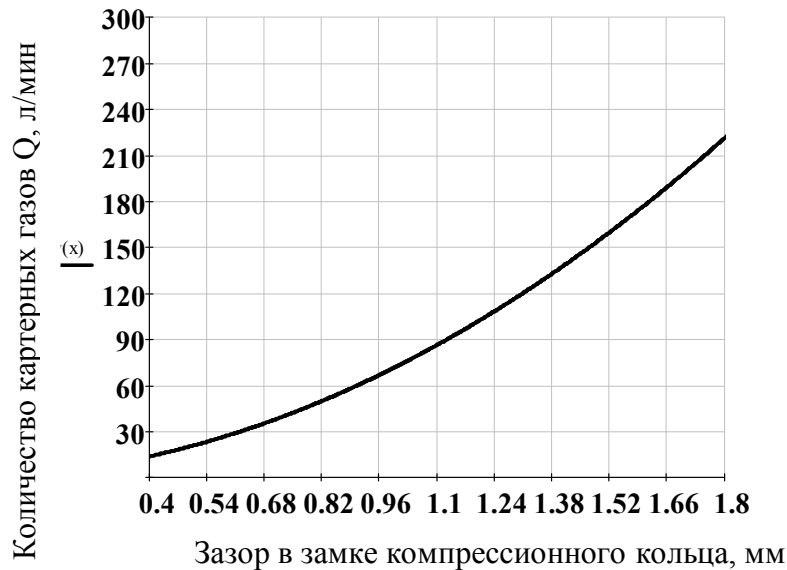


Рис. 2. Влияние зазора в замке поршневого кольца на количество картерных газов

3) Количество «картерных» газов – зазор в сопряжении «гильза-поршень» аппроксимируется уравнением

$$y = -412,35x + 2,6 \cdot 10^3 x^2. \quad (3)$$

4) Влияние зазора в сопряжении «гильза-поршень» на количество картерных газов (рис. 3)

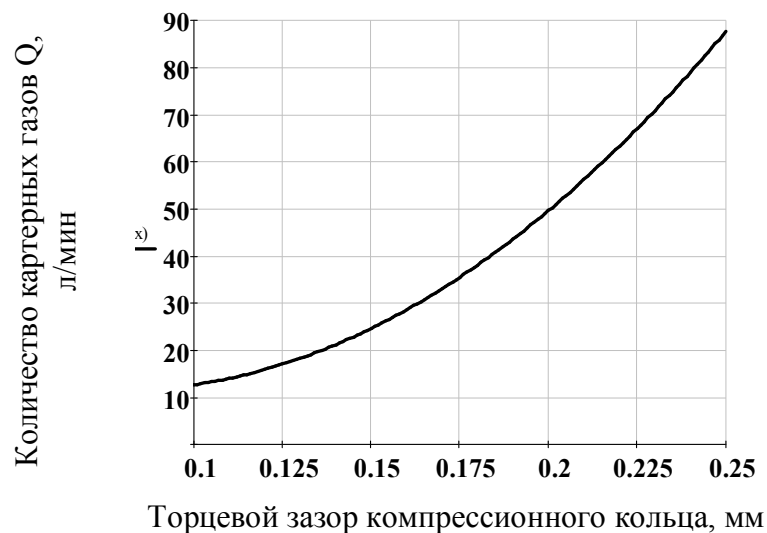


Рис. 3. Влияние зазора в сопряжении «гильза-поршень» на количество картерных газов

Для оценки ресурса использованы показатели: T_{cp} – средний ресурс; ν – коэффициент вариации ресурса; t_K – наработка элемента от начала

эксплуатации или возобновления эксплуатации после ремонта до контроля; t_M – наработка между одноименными видами технического обслуживания; $\Pi(t_K)$ – значение параметра при наработке t_K ; $U(t) = \Pi(t) - \Pi_n$ – изменение параметра при $t = t_K$, $U(t) - U(t_K)$, $U_{\Pi} = (\Pi_{\Pi} - \Pi_n) - \Delta\Pi$ – предельное отклонение параметра технического состояния, где $\Delta\Pi$ – изменение параметра технического состояния за период наработки; Π_n – номинальное значение параметра, Π_{Π} – предельное значение параметра. Π_n и Π_{Π} устанавливаются отраслевой нормативно-технической документацией.

σ_z – среднее квадратическое отклонение фактического изменения параметра от аппроксимирующей степенной функции.

В качестве аппроксимирующей степенной функции, выражающей изменение параметра $U(t)$, использовалась зависимость

$$U(t) = v_c t^{\alpha} + \Delta\Pi \quad (4)$$

где v_c – коэффициент, характеризующий скорость изменения параметра технического состояния;

α – показатель степени функции, аппроксимирующей изменение параметра $U(t)$.

Исходные данные для оценки ресурса: $U_{ij}(t)$, $U_{ij-1}(t), \dots, U_{im}$ – фактические отклонения, где $i = 1, 2, \dots, n$, – номер одноименной составной части; $j = 1, 2, \dots, m$ – номер изменения параметра каждой i -й составной части; $t_{i,j}, t_{i,j-1}, \dots, t_{im}$ – наработка, при которой измеряют параметр.

$\Delta\Pi$ и α определили в такой последовательности.

Записывается статистический ряд отклонений параметра $U_{ij}(t)$ и наработки t_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n$), где n – число испытываемых элементов.

По точкам с координатами $U_{1L} = U_L - \Delta\Pi$ методом наименьших квадратов находим показатель степени по формуле

$$\alpha = \frac{\sum_{L=1}^k (x_L - m_x)(y_L - m_y)}{\left[\sum_{L=1}^k (x_L - m_x)^2 \right]},$$

где

$$x_L = \lg t_L; m_x = \frac{\sum_{L=1}^k x_L}{k};$$

$$y_L = \lg U_{1L}; m_y = \frac{\sum_{L=1}^k U_{1L}}{k}.$$

Для определения ресурса деталей агрегата необходимы исходные данные P_{II} , P_n , α , ΔP , σ_z , $P(t_K)$, A , C , t_K . В соответствии с ГОСТ 21571-76 (при $\sigma_z \leq 0,5$) ресурс вычисляется по формуле:

$$t_{OCT} = t_K \left[\left(\frac{U_{II}}{U_1(t_K)} \right)^{1/\alpha} - 1 \right],$$

где $U_1(t_K) = |P(t_K) - P_n| \Delta P$ – изменение параметра технического состояния с учетом приработки на момент контроля;
 $P(t_K)$ – показание диагностического прибора.

Используя статистические данные, получено поле корреляции и уравнение регрессии $y = 219,61 - 246x$.

Графическая иллюстрация зависимости представлена на рис.4.

Выводы.

1. Установлена взаимосвязь показателей качества цилиндропоршневой группы от погрешности геометрической формы деталей ЦПГ двигателя КамАЗ-740. Получены уравнения регрессии.
2. Полученные зависимости позволяют прогнозировать показатели надежности отремонтированных двигателей КамАЗ-740 в начальный период эксплуатации.

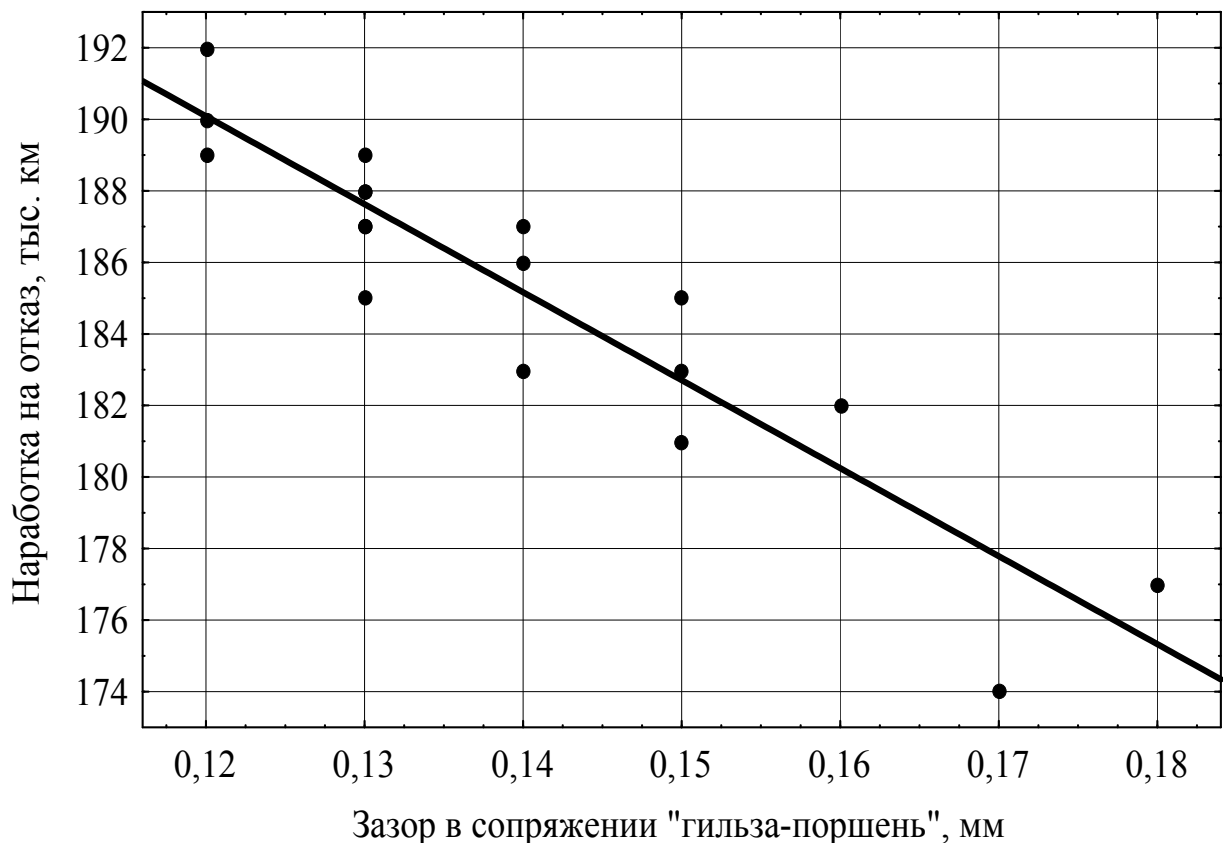


Рис.4. Влияние точности изготовления размеров сопряжения «гильза-поршень» на его безотказность в начальный период эксплуатации

Литература.

1. *Лукомский Я.И.* Теория корреляции и ее применение к анализу производства / Я.И. Лукомский – М.: Госстатиздат, 1958.
2. *Прейсман В.И.* Основы надежности сельскохозяйственной техники: 2-е изд., доп. и перераб./ В.И. Прейсман – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988. – 247с.
3. Надежность машин: учеб. пособие / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев // Под ред. Д.Н. Решетова. – М.: Высш. шк., 1988. – 238 с.
4. Совершенствование средств диагностирования цилиндропоршневой группы дизельного двигателя/А.С. Полянський, В.М. Третьак, А.А. Молодан, А.С. Жижирий // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва. - Вип 51, 2007.- С.55-63.

ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ЦИЛІНДРОПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Полянський О.С., Молодан А.А., Плетнев В.Н.

Анотація

Запропонована методика оцінки якості капітального ремонту циліндропоршнєвої групи залежно від досягнутої погрішності геометричної форми деталей. Методика дозволяє прогнозувати показники надійності відремонтованих двигунів КамАЗ-740 в початковий період експлуатації.

THE QUALITY OF REPAIR OF THE CYLINDER DIESEL ENGINE IS FORECASTING

A. Polyanskiy, A. Molodan , V. Pletnev

Summary

A method of assessing the quality of repair of the cylinder groups depending on the error reached a geometric shape parts suggested. The method allows to predict the reliability of the repaired engine KamAZ-740 in the initial period of operation.