



ЛОГИСТИКА

УДК 621.432.3, 656.09

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-4-99-105

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

А. В. Сумманен, С. В. Уголков

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В данной статье рассмотрены вопросы оценки технического состояния распределительного вала, двигателя внутреннего сгорания. Определены необходимые параметры для оценки технического состояния распределительного вала двигателя. Подробно представлено, как и чем измерить и рассчитать тот или иной параметр. Представлены методы расчета параметров. Предложена схема и методика измерения износа шее, определения высоты кулачка, определение биения центральной шейки распределительного вала. Представлены основные дефекты распределительных валов. Рассмотрены вопросы влияния данных параметров на работоспособность распределительного вала и двигателя внутреннего сгорания в целом.

Ключевые слова: Дефектация, распределительный вал, двигатель внутреннего сгорания, техническое состояние.

Для цитирования:

Сумманен А. В., Уголков С. В. Особенности измерения распределительного вала двигателей внутреннего сгорания // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №4(30), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП. - 2021 – с. 99-105. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-4-99-105.

FEATURES OF MEASURING THE CAMSHAFT OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

A. V. Summanen, S. V. Ugolkov

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

This article discusses the issues of assessing the technical condition of the camshaft, internal combustion engine. The necessary parameters for assessing the technical condition of the engine camshaft have been determined. How and how to measure and calculate this or that parameter is presented in detail. Methods for calculating the parameters are presented. A scheme and method for measuring neck wear, determining the height of the cam, determining the beating of the central journal of the camshaft are proposed. The main defects of the camshafts are presented. The issues of the influence of these parameters on the operability of the camshaft and the internal combustion engine as a whole are considered.

Key words: Fault detection, camshaft, internal combustion engine, technical condition.

For citation:

Summanen A. V., Ugolkov S. V. Features of measuring the camshaft of internal combustion engines // System analysis and logistics.: №4(30), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 99-105. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-4-99-105.

Введение

В процессе эксплуатации двигателя внутреннего сгорания у распределительного вала встречаются следующие дефекты и наиболее вероятные причины:

Нагар на кулачке вала и коромысле (слишком сильный нагрев деталей в результате недостаточной подачи масла или блокировки масляных каналов).

Сильный износ кулачка (загрязненное масло, слишком малый зазор толкателя или слишком сильное прижимное усилие пружины клапана).

Преждевременный износ одного или нескольких кулачков и толкателей, вогнутая контактная поверхность, поврежденные края (несоответствие геометрии контактной поверхности кулачка и толкателя, например, из-за установки новых толкателей вместе со "старым" распределительным валом (или наоборот), а также недостаточная смазка из-за блокировки каналов или снижения давления масла.

Обрыв распределительного вала (деформация корпуса распределительного вала или



головки цилиндров, в том числе в результате неправильной последовательности или превышения допустимого момента затяжки болтов крепления).

Обрыв коромысла (превышение нагрузки в результате заклинивания поршня, контакта поршня с клапаном; недостаточный прижим распределительным валом; слабая пружина клапана, слишком высокая нагрузка гидрокомпенсаторов, неправильная установка колпачка клапана, обрыв ремня газораспределительного механизма, неверная настройка клапанного механизма).

Синяя окраска кулачков распределительного вала, подшипников и коромысел комплектно (перегрев двигателя).

Забоины на поверхности кулачков, подшипников и толкателей (слишком высокое осевое перемещение в результате износа деталей, неверно установленные фазы газораспределения).

Механическое повреждение подшипников распределительного вала (твердые частицы в системе смазки двигателя).

Основные параметры распределительного вала

Основные конструктивные элементы распределительного вала – опорные шейки, впускные и выпускные кулачки, шейка под распределительную шестерню, резьба под болт крепления шестерни, эксцентрик привода топливного насоса, шестерня привода распределителя, центровые отверстия.

Требования к точности размеров, формы, расположения и шероховатости основных поверхностей аналогичны требованиям, предъявляемым к коленчатому валу.

В процессе работы на распределительный вал действуют силы трения, вибрация, знакопеременные нагрузки, среда и др. Все это вызывает (рис. 1) появление износов ($\Delta_{изн}$ до 0,05 мм), нарушение качества поверхности шеек (задиры, риски, коррозия), механические повреждения (выкрашивание зубьев шестерен, отколы по торцам вершин кулачков), отклонения расположения ($\Delta_{биения}$ до 0,10 мм).

Дефекты, если они не обладают браковочными признаками, устраняют обработкой под ремонтные размеры (РР), слесарно-механической обработкой, пластическим деформированием, вибродуговой наплавкой, наплавкой под слоем легирующего флюса.

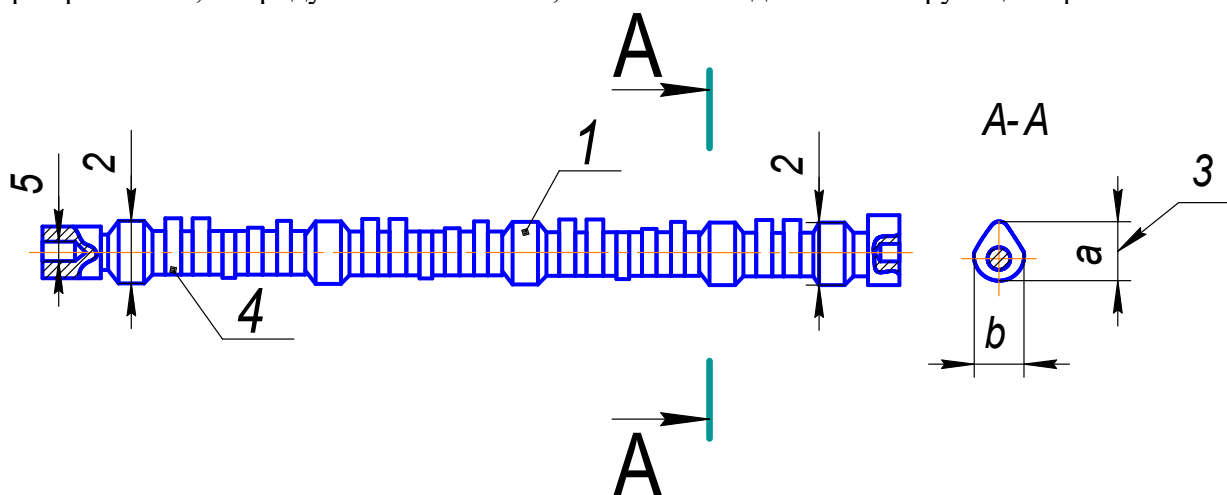


Рис. 1. Основные дефекты распределительного вала

На рисунке 1:

- 1 - погнутость вала;
- 2 - износ опорных шеек;
- 3 - износ кулачков;
- 4 - износ эксцентрика;
- 5 - износ шейки под распределительную шестерню

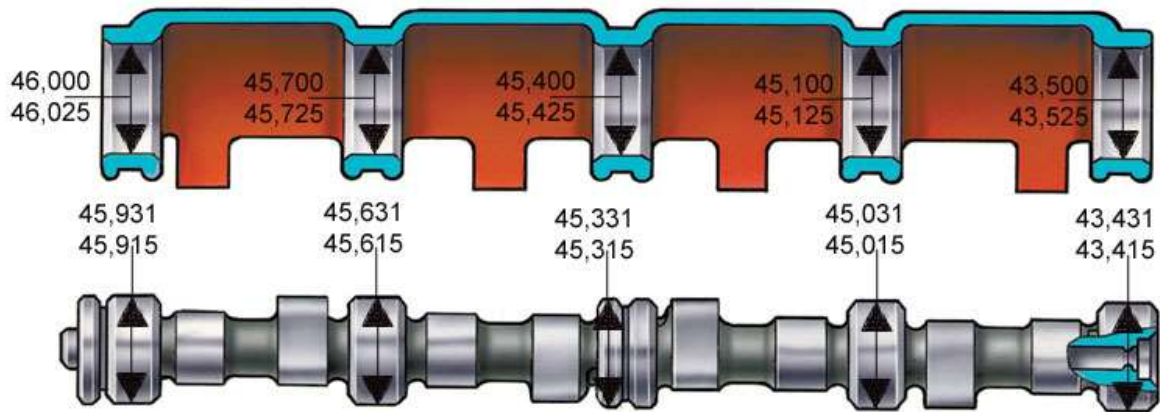


Рис. 2. Размеры распределительного вала ВАЗ [2]

На опорных шейках распределительного вала не допускаются задиры, забоины, царапины, наволакивание алюминия от корпусов подшипников. На рабочих поверхностях кулачков не допускается износ свыше 0,5 мм, а также задиры и износ кулачков в виде огранки.



Рис. 3. Задиры на опорной шейке распределительного вала [3]



Рис.4. Задиры на рабочей поверхности кулачков [3]

Установите распределительный вал крайними шейками на две призмы, расположенные на поверочной плите, и замерьте индикатором радиальное биение средних шеек, которое должно быть не более 0,04 мм.

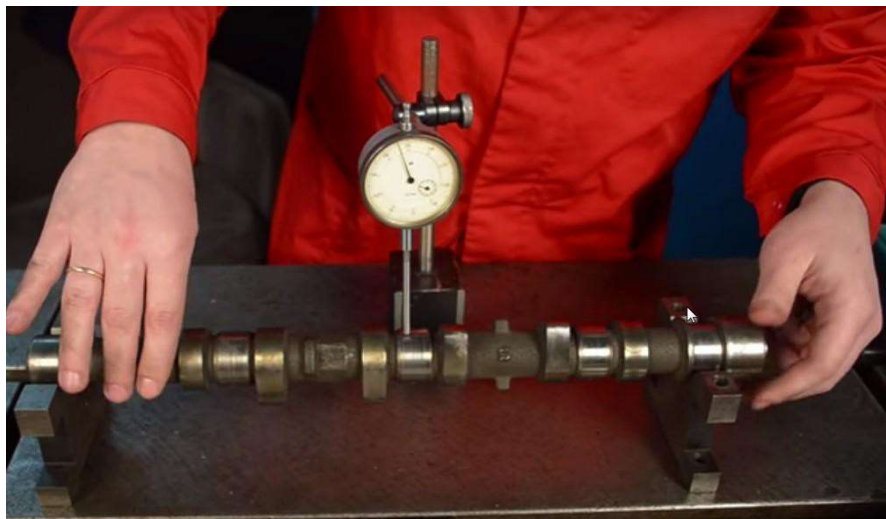


Рис. 5. Проверка радиального биения распределительного вала [3]

Если биение превышает указанное значение, то выправьте вал на рихтовочном прессе.

Корпус подшипников распределительного вала:

- Промойте и очистите корпус подшипников и каналы для подвода масла.
- Проверьте диаметр отверстий в опорах. Если зазор между шейками распределительного вала и опорами превышает 0,2 мм (предельный износ), корпус подшипников замените.
- Внутренние опорные поверхности должны быть гладкими, без задиров; если имеются повреждения – замените корпус подшипников.
- Проверьте, нет ли трещин на корпусе. Если имеются трещины, то замените корпус подшипников распределительного вала. [2]

Порядок измерения и расчета параметров

1. Для каждого конструктивного элемента определить технологические параметры (размеры по рабочему чертежу, допустимые без ремонта, ремонтные, требования к точности размера, формы и расположения, к качеству рабочих поверхностей). Назначить способы и средства дефектации.

2. Осмотреть видимые дефекты распределительного вала. Перечень возможных дефектов указан на рисунке 1.

3. Замерить шейки распределительного вала согласно схеме замеров (рис. 6). Измерить диаметры шеек микрометром. Измерения каждой шейки провести в поясах I - I и II - II и двух взаимно перпендикулярных плоскостях А - А и Б - Б (плоскость А - А расположена в плоскости первого кулачка).

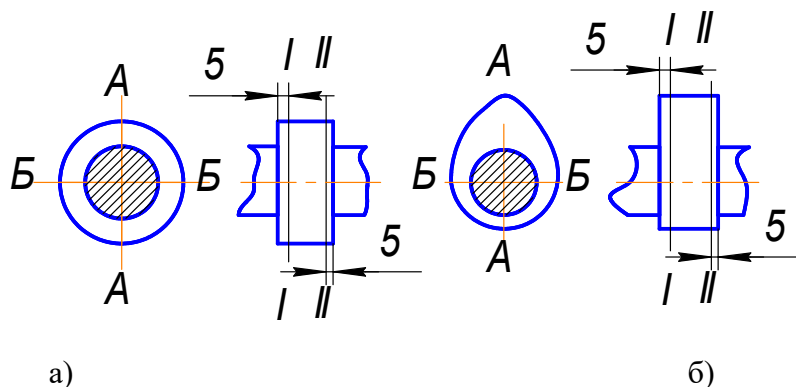


Рис. 6. Схема обмера опорных шеек (а) и кулачков (б) распределительного вала



4. Определить величину общего износа ($I_{\text{общ}}$) для всех шеек, мм:

$$I_{\text{общ}} = d_n - d_{\text{изн}}, \quad (1)$$

где d_n – диаметр шейки до начала эксплуатации (наименьший предельный размер по рабочему или ремонтному чертежу);

$d_{\text{изн}}$ – измеренный минимальный диаметр шейки (использовать значение с наибольшим износом).

5. Определить величину одностороннего неравномерного износа (I), мм:

$$I = \beta \cdot I_{\text{общ}}, \quad (2)$$

где $\beta = 0,6$ – коэффициент неравномерности.

6. Определить нецилиндричность шеек (овальность и конусность), мм:

$$\Delta_{\text{ов}} = d_{AA} - d_{BB}; \Delta_{\text{кон}} = d_{AA \max} - d_{BB \min}, \quad (3)$$

Для каждой шейки получить два значения овальности и два конусообразности. Результаты занести в таблицу (см. табл. 1).

Таблица 1 – Таблица экспериментальных данных

Объект измерения	Пояс измерения	Плоскость измерения	Номера шеек				
			I	II	III	IV	V
Опорные шейки	I - I	A-A					
		Б-Б					
	II - II	A-A					
		Б-Б					
	Конусность, мм	A-A					
		Б-Б					
	Износ, мм						

Определить размер обработки опорных шеек при износе в пределах PP , мм.

Расчет вести по шейке, имеющей наибольший износ:

$$d_p = d_u - I - 2 \cdot Z,$$

где d_p – наибольший предельный размер ремонтируемой шейки;

Z – минимальный односторонний припуск на обработку (для шлифования $2Z = 0,05$)

7. Назначить категорию ремонтных размеров для всех опорных шеек (d_{pp}), мм. Сравнить результаты расчета со значениями ремонтных размеров из руководства по капитальному ремонту и выбрать ближайшее меньшее значение.

8. Определить состояние кулачков. Измерить микрометром диаметры цилиндрической части кулачков в двух поясах, отстоящих от торцов на 5 мм. Измерить микрометром диаметры цилиндрической части кулачков

(размер b , рис. 6, б) в двух поясах, отстоящих от торцов на 5 мм. Измерить высоту кулачков (размер a , рис. 6, б) в двух поясах. Рассчитать высоту подъема каждого клапана $h = a - b$. Для каждого кулачка получить значения конусообразности. Результаты занести в таблицу (см. табл. 2).



Таблица 2 - Таблица экспериментальных данных

Кулачки	Места замера	Номера кулачков							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Впускные	a								
	b								
	$h = a - b$								
	Конусообразность								
Выпускные	a								
	b								
	$h = a - b$								
	Конусообразность								

Определить состояние кулачков по профилю, для чего опереть шаблон на кулачок и установить характер износа. Определить необходимость ремонтных воздействий.

9. Определить радиальное биение распределительного вала. Радиальное биение определяется по средней (относительно крайних) шейке. Для этого стержень индикатора упирают в среднюю опорную шейку. Обеспечив натяг, поворачивают вал пока стрелка не займет одно из крайних положений. Затем поворачивают вал на 180 град. и определяют новое положение стрелки. Разность между двумя показаниями и определит его биения. Прогиб вала равен половине его прогиба.[1]

Заключение

По данной методике можно провести исследование технического состояния распределительного вала двигателя внутреннего сгорания. Рассчитать и измерить необходимые параметры и сравнить с нормативными значениями. Рассчитать ремонтный размер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мигачев В. А. Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностики автомобилей: сборник лабораторных работ. Ч. 2. /В. А. Мигачев. – Ульяновск: УлГТУ, 2009. – 48 с.
2. Распределительный вал [Электронный ресурс]. – URL: https://zinref.ru/avtomobili/VAZ/009_00_vaz_21213_niva_vsedorojnik_kopia/025.htm (дата обращения: 27.09.2021).
3. Капитальный ремонт двигателя внутреннего сгорания [Электронный ресурс]. – https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/5471/1/Надежкин%20А.А._ЭТКб_1301.pdf (дата обращения: 25.09.2021).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сумманен Александр Викторович –

Доцент кафедры системного анализа и логистики

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: 89215728754@mail.ru



Уголков Сергей Вячеславович –

кандидат военных наук, доцент, доцент кафедры

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: uglkvserg@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Summanen Alexander Viktorovich –

Associate Professor of the Department of Systems Analysis and Logistics

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

190000, St. Petersburg, st. Bolshaya Morskaya, 67, lit. A

E-mail: 89215728754@mail.ru

Ugolkov Sergey Vyacheslavovich –

Candidate of Military Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

190000, St. Petersburg, st. Bolshaya Morskaya, 67, lit. A

E-mail: uglkvserg@mail.ru