

КОНТРОЛЬ ПОЛУКОЛЬЦА УПОРНОГО ПОДШИПНИКА КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ ЦИФРОВЫМИ СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРЕНИЙ

В. О. Леонов

Научный руководитель – Ю. Г. Вергазова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены параметры дефектации полукольца упорного подшипника коленчатого вала двигателей ЯМЗ и для контроля толщины полукольца рекомендовано использовать скобу индикаторную СИ-25ЦГ с цифровой головкой.

Ключевые слова: измерения, контроль, погрешность средства измерений, полукольцо упорного подшипника коленчатого вала, неправильно принятые изделия, неправильно забракованные изделия.

MONITORING OF THE THRUST BEARING HALF-RING OF THE YAMZ ENGINE CRANKSHAFT BY DIGITAL MEASURING INSTRUMENTS

V. O. Leonov

Scientific advisor – Yu. G. Vergazova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article considers the defect parameters of the thrust bearing half-ring of the crankshaft of YamZ engines and recommends using the SI-25TSG indicator bracket with a digital head to control the thickness of the half-ring.

Keywords: measurements, control, error of the measuring instrument, half-ring thrust bearing of the crankshaft, incorrectly accepted products, incorrectly rejected products.

Прогресс технологического развития машиностроительного производства приводит к значительному повышению точности обработки [1, 2], уменьшаются допуски размеров, снижаются возможные отклонения формы и расположения поверхностей, формируются новые высокоточные посадки, как с зазорами [3-5], так и с натягами [6, 7], что требует применения средств измерений с меньшей погрешностью [8, 9], сниженной трудоемкостью и эргономичностью контроля [10, 11].

Двигатели ЯМЗ получили широкое применение не только в тракторах, но и в комбайнах, а также специальных машинах для сельского хозяйства, они так же используются в энергетике при комплектовании генераторных подстанций для обеспечения бесперебойности работы комплексов АПК.

Двигатели ЯМЗ, в отличие от зарубежных аналогов, являются ремонтпригодными, и за время эксплуатации проходят по 3...4 крупных ремонтов, как раньше их называли – капитальных, с полной разборкой, дефектовкой, заменой изношенных деталей и сборкой.

Важной деталью, подверженной износу, является полукольцо упорного подшипника коленчатого вала двигателей ЯМЗ. При дефектации полуколец упорного подшипника коленчатого вала двигателей ЯМЗ двигателей внутреннего сгорания контролируются следующие элементы, рисунок 1:

- износ полукольца по ширине;
- деформации на боковых поверхностях полукольца;
- задиры и царапины на боковых поверхностях полукольца.

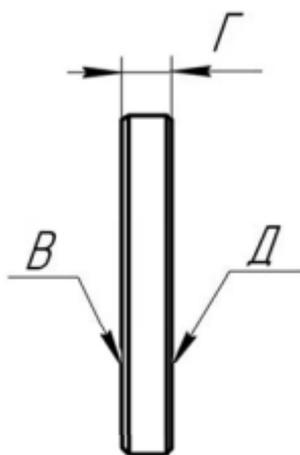


Рисунок 1 – Контролируемые дефекты полукольца упорного подшипника коленчатого вала двигателей ЯМЗ в процессе ремонта:

Г – толщина полукольца; *В*, *Д* – опорные поверхности полукольца

Дефектация деталей в процессе ремонта является важнейшей операцией, где выявляются детали, не годные для дальнейшего использования [12].

В таблице 1 представлены контролируемые параметры при дефектации полукольца упорного подшипника коленчатого вала двигателей ЯМЗ 238 (7511.1005183).

Таблица 1 – Параметры дефектации полукольца упорного подшипника коленчатого вала двигателей ЯМЗ

Контролируемый параметр	Размер с отклонениями	Размер, допустимый без ремонта, мм	Допуск размера, мкм	Допускаемая погрешность измерений, мкм
Износ полукольца по толщине (размер Г)	$7,5_{-0,045}^{-0,013}$	-	32	± 8
Деформация опорных поверхностей полукольца (В, Д)	0,02	0,03	20...30	± 7

Методика выбора средств измерений при допусковом контроле описана в следующих документах:

ГОСТ 8.051-81 – в этом стандарте сформированы общие требования к выбору средств измерений для контроля размеров деталей, определены основные критерии выбора, такие как погрешность измерений, диапазон измерений, условия эксплуатации и другие важные параметры;

РД 50-98-86 – данный руководящий документ дополняет ГОСТ 8.051-81 и предоставляет более подробные рекомендации по выбору средств измерений для различных типов деталей и условий контроля, РД включает в себя таблицы и примеры, которые помогают правильно выбрать измерительные приборы в зависимости от конкретных требований и условий эксплуатации.

Эти документы помогают обеспечить точность и надежность измерений при проведении допускового контроля, что является важным аспектом в обеспечении качества продукции и безопасности эксплуатации оборудования.

Для контроля толщины полукольца упорного подшипника коленчатого вала, имеющего допуск 23 мкм и допускаемую погрешность измерений ± 8 мкм, необходимо выбрать средство измерений, удовлетворяющее условию [13]:

$$\Delta \text{lim} \leq \delta, \quad (1)$$

где Δlim – предельная погрешность средства измерений;

δ – допускаемая погрешность измерения.

Использование микрометра МК-25 с точностью отсчета 0,01 мм, диапазоном измерений 0...25 мм и предельной погрешностью при работе в руках $\Delta \text{lim} = \pm 10$ мкм, согласно условию (1), не позволяет применять его для контроля толщины полукольца упорного подшипника

коленчатого вала двигателя ЯМЗ, также дискретность оценки микрометром 0,01 мм не сопоставима с требуемой точностью контроля размера в виде отклонений – 0,013 мм и – 0,045 мм. Но микрометр МК-25 повсеместно применяют на ремонтных предприятиях из-за дешевизны и простоты эксплуатации. Из-за этого могут возникать как внутренние потери [14, 15], так и внешние.

В таблице 2 приведен расчет показателей разбраковки и возможной экономии от замены микрометра МК-25 на скобу индикаторную СИ-25ЦГ с цифровой головкой, которая имеет точность отсчёта 0,001 мм, при контроле износа полукольца упорного подшипника коленчатого вала по толщине двигателей ЯМЗ во время ремонта.

Таблица 2 – Результаты расчета экономии от замены микрометра МК-25 на скобу индикаторную СИ-25ЦГ при контроле толщины полукольца упорного подшипника коленчатого вала двигателя ЯМЗ

Показатели	Обозначение	Средство измерений	
		МК-25-0,01	СИ-25ЦГ-0,001
Контролируемый размер	d	$7,5_{-0,045}^{-0,013}$	$7,5_{-0,045}^{-0,013}$
Допуск размера	T	32 мкм	32 мкм
Коэффициент точности технологического процесса	$T/\sigma_{\text{тех}}$	3	3
Погрешность измерений	Δ_{lim}	± 10 мкм	± 3 мкм
Цена средства измерений	K	13 000 руб.	32 000 руб.
Коэффициент точности измерений	$A_{\text{мет}}$	16 %	5 %
Количество неправильно принятых полуколец упорного подшипника коленчатого вала	m	3,8 %	1,5 %
Количество неправильно забракованных полуколец упорного подшипника коленчатого вала	n	8,9 %	2,1 %
Стоимость полукольца упорного подшипника коленчатого вала	C	230 руб.	230 руб.
Затраты на устранение последствий от установки бракованного полукольца в двигатель	$З_y$	9 600 руб.	9 600 руб.
Программа контроля полуколец	N	5000 шт.	5000 шт.
Экономия от уменьшения неправильно забракованных полуколец	\mathcal{E}_n	-	78 200 руб.
Экономия от уменьшения количества неправильно принятых полуколец	\mathcal{E}_m	-	1 104 000 руб.

Программа ремонта двигателей на специализированном ремонтном предприятии – 5 000 шт. в год, соответственно программа контроля полукольца упорного подшипника коленчатого вала равна 5 000 шт.

Как видно из данных таблицы 2, при замене МК-25 с точностью отсчета 0,01 мм и предельной погрешностью измерений $\Delta_{lim} = \pm 10$ мкм, на скобу индикаторную СИ-25ЦГ с цифровой головкой с точностью отсчета 0,001 мм, возникает экономия от сокращения неправильно забракованных полуколец в размере 78 тыс. руб. и экономия от уменьшения количества неправильно принятых полуколец 1,104 млн руб. при программе контроля 5 000 полуколец в год.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
3. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.
4. Леонов, О. А. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Трение и износ. – 2024. – Т. 45, № 4. – С. 327-334.
5. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2022. – № 6. – С. 65-71.
6. Расчет посадок соединений упругих втулочно-пальцевых муфт с валами / О. А. Леонов [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 2. – С. 96-101.
7. Леонов, О. А. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 23-27.
8. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 39-45.
9. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 95 с.
10. Основы проектирования операций входного контроля на машиностроительных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 89 с.

11. Леонов, О. А. Совершенствование методики проведения микрометража и дефектации шеек коленчатых валов / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2007. – № 3-1(23). – С. 81-85.

12. Инструментальный контроль дефектов коренных опор блока цилиндров / О. А. Леонов [и др.] // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 65-70.

13. Оценка и анализ внутренних потерь при производстве продукции на машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 5. – С. 421-426.

14. Леонов, О. А. Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2013. – № 2(58). – С. 71-74.

15. Леонов, О. А. Использование диаграммы Парето при расчете внешних потерь от брака / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ – 2004. – № 5(10). – С. 81-82.

Об авторах:

Леонов Василий Олегович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Вергазова Юлия Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», vergazova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Vasily O. Leonov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Yulia G. Vergazova, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vergazova@rgau-msha.ru.