

ВЫБОР НУТРОМЕРОВ ДЛЯ ДЕФЕКТАЦИИ КОРЕННЫХ ОПОР БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ЯМЗ

В. К. Зимогорский

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

Аннотация. Для предприятий, занимающимся ремонтом двигателей ЯМЗ, предложено использовать индикаторный нутромер повышенной точности НИ-ПТ160-0,001, в результате чего снизятся потери от неправильного забракования в 2,13 раза и потери от неправильного принятия в 1,88 раза по сравнению с результатами использования классического нутромера НИ 160-0,01.

Ключевые слова: измерения, контроль, погрешность, неправильно принятые изделия, неправильно забракованные изделия, дефект.

THE CHOICE OF INSIDE CALIPERS FOR THE DEFECT OF THE MAIN BEARINGS OF THE CYLINDER BLOCK OF YAMZ EN- GINES

V. K. Zimogorsky

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

Abstract. For enterprises engaged in the repair of YAMZ engines, it is proposed to use an indicator inside caliper of increased accuracy NI-PT160-0.001, as a result of which losses from incorrect rejection will decrease by 2.13 times and losses from incorrect acceptance by 1.88 times compared with the results of using the classic NI 160-0.01 inside caliper.

Keywords: measurements, control, error, incorrectly accepted products, incorrectly rejected products, defect.

Вопросы, связанные с качеством ремонта отечественной техники для сельского хозяйства, всегда остаются актуальными из-за ее низкой надежности [1-4]. В настоящее время в соединениях сельскохозяйственной техники стали использоваться посадки высокой точности [5-10], что позволяет увеличить запас материала на износ, и таким образом повлиять на увеличение ресурса соединений. В свою очередь, вопросам обеспечения качества процессов контроля обусловленными постоянным повышением точности производства, стало уделяться

большое внимание [11-14]. Особенно это касается ремонтного производства, где достаточно сложно обеспечить восстановление работоспособности агрегатов из-за изнашивания поверхностей деталей и опорных баз, а также организовать контроль изношенных поверхностей деталей [15].

Важнейшей деталью всех двигателей является блок цилиндров. Это дорогая и технологически сложная в изготовлении деталь, требующая значительной трудоемкости работ по ее дефектации в момент поступления двигателя в ремонт.

Методика выбора средств измерений и оценки ошибок при допусковом контроле в машиностроительном производстве описана в действующих нормативных документах: ГОСТ 8.051-81 и РД 50-98-86. При дефектации также возможно использовать данную методику, но необходимо существенно ее доработать. Неправильное забракование коренной опоры блока цилиндров, как слева, так и справа от границы поля допуска, приводит к одному и тому же результату – потере блока цилиндров, предприятие при таком решении контролера покупает новый блок взамен старого. Неправильное принятие опоры по наименьшему размеру может привести к выступанию вкладышей из постели при заданном усилии затяжки опоры динамометрическим ключом, что грозит неплотным прилеганием крышки к опоре и вероятным обрывом. Неправильное принятие опоры по наибольшему размеру может привести к наличию зазора между вкладышами и последующему их проворачиванию.

Цель исследований – рассмотреть процесс дефектации коренных опор с позиции вероятности появления ошибок первого и второго рода при контроле.

Методика выбора средств измерений и оценки ошибок при допусковом контроле в машиностроительном производстве описана в действующих нормативных документах: ГОСТ 8.051-81 и РД 50-98-86.

Выбор средств измерений при допусковом контроле обеспечивается выполнением условия [11, 13]:

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

где Δ_{lim} – предельная погрешность средства измерений;
 δ – допускаемая погрешность измерения.

Выполнение условия выбора средств измерений (1) применимо для машиностроения, но при дефектации оно должно быть ужесточено. Это связано со значительным расширением зоны рассеяния из-

ношенных размеров по отношению к допуску, и контроль при дефектации будет осуществляться не по краям зоны рассеяния размеров, а в ряде случаев – ближе к середине.

Двигатели ЯМЗ, применяемые в тракторах, комбайнах и сельскохозяйственных машинах, являются ремонтпригодными и проходят за срок службы по 4...5 ремонтов, при которых требуется полная разборка и восстановление ответственных деталей. Важнейшей деталью при дефектации является блок цилиндров, в котором контролируются коренные опоры.

Проведем оценку неправильно принятых и неправильно забракованных коренных опор при допусковом контроле во время дефектации при использовании различных нутромеров, а именно – типового НИ 100-160 с головкой ИЧ-10; нутромера индикаторного повышенной точности – НИ-ПТ с индикаторной головкой, имеющей цену деления 0,001 мм; НИ-ПТ с цифровой головкой с ценой деления 0,002 мм.

Результаты расчета количества неправильно принятых и неправильно забракованных опор при использовании нутромеров приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчета количества неправильно принятых и неправильно забракованных опор блока цилиндров ЯМЗ при ремонте

Показатели	Обозначение	Значения для нутромеров		
Нутромер		НИ 100-160	НИ-ПТ	НИЦ-ПТ
Цена средства измерений	K	7800 руб.	30500 руб.	28300 руб.
Контролируемый размер	-	$\varnothing 116^{+0,021}$	$\varnothing 116^{+0,021}$	$\varnothing 116^{+0,021}$
Зона рассеяния размеров	ω	56 мкм	56 мкм	56 мкм
Погрешность измерений	Δ_{lim}	± 10 мкм	± 5 мкм	± 6 мкм
Коэффициент точности измерений	$A_{мет}$	23 %	12 %	14 %
Количество неправильно забракованных опор	n	16 %	7,5 %	8,5 %
Количество неправильно принятых опор	m	9 %	4,8 %	5,6 %

Из таблицы 1 видно, что наиболее рациональным средством измерения является точный и дорогой нутрометр НИ-ПТ, оценим потери от погрешности измерений и сравним их со стоимостью средства контроля.

Неправильное забракование опоры, как слева, так и справа от границы поля допуска, приводит к замене блока цилиндров, предприятие

при таком решении контролера покупает новый блок взамен старого. Неправильное принятие опоры по наименьшему размеру может привести к выступанию вкладышей в постели при заданном усилии затяжки опоры динамометрическим ключом, что грозит неплотным прилеганием крышки к опоре и вероятным обрывом. Неправильное принятие опоры по наибольшему размеру может привести к проворачиванию вкладышей. Оба этих дефекта приводит к необходимости проведения внепланового ремонта двигателя с заменой блока цилиндров на новый.

Результаты расчета потерь при использовании трех видов нутромеров представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета потерь при использовании различных нутромеров для контроля коренных опор блока цилиндров ЯМЗ

Показатели	Обозначение	Значения для нутромеров		
Нутромер	-	НИ 100-160	НИ-ПТ	НИЦ-ПТ
Цена средства измерений, руб.	K	7800	30500	28300
Контролируемый размер	-	$\varnothing 116^{+0,021}$	$\varnothing 116^{+0,021}$	$\varnothing 116^{+0,021}$
Программа производства	N	1000		
Стоимость блока цилиндров, тыс. руб.	C	295		
Затраты на устранение последствий от принятия бракованного блока, тыс. руб.	$З_y$	97		
Потери от неправильно забракованных блоков, млн руб.	$Э_n$	9,44	4,42	5,02
Потери от неправильно принятых блоков, млн руб.	$Э_m$	2,18	1,16	1,36

Таким образом, в результате анализа использования нутромеров различной точности при дефектации коренных опор двигателей ЯМЗ установлено, что наиболее рационально использовать индикаторный нутромер НИ-ПТ160-0,001, применение которого позволит снизить потери от неправильного забракования в 2,13 раза и потери от неправильного принятия в 1,88 раза по сравнению с результатами использования классического нутромера НИ 160-0,01, который обычно используется на ремонтных предприятиях. Использование цифрового нутромера НИЦ-ПТ 160-0,002 не рационально из-за необходимости контроля размера с верхним отклонением 0,021 мм, здесь дискретность отсчета в два раза грубее разряда измеряемой величины и возможно

увеличение потерь. Данную методику можно применять при дефектации других деталей двигателя, например, при контроле внутреннего диаметра гильзы цилиндров, нижней головки шатуна и т.д.

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. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Изд-во «Три-ада», 2020. – 232 с.
3. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
4. Леонов, О. А. Методика оценки внутренних потерь для предприятий ТС в АПК при внедрении системы менеджмента качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2012. – № 1 (52). – С. 128-129.
5. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.
6. 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.
7. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, Д. У. Хасьянова // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2022. – № 6. – С. 65-71.
8. Расчет посадок соединений упругих втулочно-пальцевых муфт с валами / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 2. – С. 96-101.
9. Леонов, О. А. Расчет посадок с натягом при комбинированном нагружении / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Вестник машиностроения. – 2021. – № 3. – С. 25-28. – DOI 10.36652/0042-2021-3-25-28.
10. Расчет посадок соединений упругих втулочно-пальцевых муфт с валами / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 2. – С. 96-101. – DOI 10.36652/0042-4633-2023-102-2-96-101.
11. 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.
12. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 39-45.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

Об авторе:

Зимогорский Владислав Кириллович, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», аспирант, zimogorskij@rgau-msha.ru.

About the author:

Vladislav K. Zimogorsky, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, postgraduate student, zimogorskij@rgau-msha.ru.