

СОВРЕМЕННАЯ РОЛЬ КОНТРОЛЯ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ДВС

Ю. Г. Вергазова

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

***Аннотация:** Рассмотрена современная роль контроля в формировании качества продукции при производстве двигателей внутреннего сгорания. Показаны технические и экономические преимущества повышения точности измерений при контроле коленчатых валов.*

***Ключевые слова:** машиностроение; контроль; метрологическое обеспечение производства; точность измерений; погрешность измерений.*

THE MODERN ROLE OF INSPECTION IN ENGINEERING PLANTS FOR ICE PRODUCTION

Yu. G. Vergazova

*Russian Timiryazev State Agrarian University
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract:** The modern role of control in the formation of product quality in the production of internal combustion engines is considered. Shown are the technical and economic advantages of increasing the accuracy of measurements during the control of crankshafts.*

***Keywords:** mechanical engineering; control; metrological support of production; measurement accuracy; measurement error.*

Современное машиностроительное предприятие не производит все комплектующие агрегаты, которые выпускаются заводом. Подшипники качения, крепежные стандартные изделия, уплотнения и прокладки, резинотехника и электрика, масла и смазки, а также некоторые важные узлы, входящие в сборочный комплект, поступают от предприятий – смежников. Поэтому не только из-за использования дешевых материалов при конструировании и старого технологического оборудования при произ-

водстве двигатели российских производителей имеет место низкий уровень надежности [1], но и из-за отсутствия должного уровня качества входного контроля [2].

При проектировании двигателей назначается такая точность [3] и формируются такие допуски, которые не обеспечиваются существующим технологическим оборудованием. Машиностроительные предприятия – смежники по производству комплектующих изделий, в некоторых случаях используют даже списанное технологическое оборудование [4].

В современных условиях, при внедрении системы менеджмента качества и оптимизации требований к измерениям, качество производства ДВС значительно улучшится за счет ввода жестких операций контроля. Стандарты предприятия по входному, операционному и выходному контролю должны быть сформированы в виде документов, которые нацелены на обеспечение качества, единства измерений и требуемой точности. Точность при проектировании узлов и агрегатов надо назначать по технико-экономическим [5] и нормативным критериям [6], а не переносить из устаревших конструкций. В ряде случаев можно применить методы неполной взаимозаменяемости [7] или размерный анализ [8]. Это приведет к уменьшению затрат на качество [9], главным образом по таким категориям, как потери от внутреннего брака [10], потери в результате отказа у потребителя – внешнего брака [11]. Произойдет и положительное изменение затрат на контроль [12].

Современное метрологическое обеспечение производства двигателей – это система менеджмента контроля качества, включающая нормы обеспечения единства измерений на предприятии, контроль в заданных точках, выбор средств измерений по моделям оптимизации затрат и потерь [13], своевременная калибровка средств измерений. Система метрологического обеспечения производства должна уже вписываться в систему менеджмента качества предприятия технического сервиса построенную по модели ИСО 9000 [14].

От внедрения контроля формируются экономические потери [15], причем потери при его отсутствии, всегда значительно больше. Для изготовителя – это потеря клиента и прибыли, а для потребителя – лишние траты времени и средств. Сравнение

средств контроля для современных условий производства должно происходить по соотношению цена/качество, нужно выбирать средства контроля из заданной номенклатуры, где цена уже не является главнейшим фактором. Гораздо большее значение имеют затраты на измерения, такие, как заработная плата контролера, затраты на энергию, материалы, калибровку, и пр. Качество средства измерений выражается в виде его точности, или обратной ей величины – погрешности измерения, которая влияет на количество неправильно принятых и неправильно забракованных изделий, что в свою очередь приводит к формированию экономических потерь из-за неграмотного метрологического обеспечения производства.

Экономический эффект от замены применяемых средств контроля на новые формируется за счет снижения текущих затрат при их эксплуатации в результате улучшения качественных характеристик (точности, достоверности, быстродействия, производительности, энергопотребления и т. д.). В качестве базового варианта для сравнения в этом случае следует принимать аналогичные характеристики заменяемых средств контроля.

Двигатели ЯМЗ нашли широкое применение не только в тракторах, но и в комбайнах, а также специальных машинах для сельского хозяйства. В таблице 1 приведен расчет величины возможной экономии от замены индикаторной скобы СИ-200 стандартным индикатором ИЧ-10 на цифровой индикатор ИЦ-10 с точностью отсчета 0,001 мм при контроле коренных шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ.

Таблица 1 – Результаты расчета экономии от замены индикаторных головок

Показатели	Обозначение	Значения для измерительных головок	
		ИЧ-10-0,01	ИЦ-10-0,001
Скоба индикаторная	СИ-200	ИЧ-10-0,01	ИЦ-10-0,001
Контролируемый размер	-	110 _{-0,015}	110 _{-0,015}
Зона рассеяния размеров	ω	20 мкм	
Погрешность измерений	Δlim	±7 мкм	±2 мкм
Цена скобы с головкой в сборе	K	7800 руб.	16500 руб.
Коэффициент точности измерений	$A_{мет}$	18 %	6 %
Количество неправильно принятых валов	m	1,32 %	0,51 %

Количество неправильно забракованных валов	n	5,68 %	1,82 %
Стоимость коленчатого вала	C	78000 руб.	
Затраты на устранение последствий от установки бракованного вала в двигатель	Z_y	41000 руб.	
Программа производства валов	N	5600 шт.	
Экономия от сокращения неправильно забракованных валов	\mathcal{E}_n	10 983 000 руб.	
Экономия от уменьшения количества неправильно принятых валов	\mathcal{E}_m	1 437 000 руб.	

Как видно из данных таблицы 1, возникает существенная экономия от сокращения неправильно забракованных деталей в размере 10,98 млн руб. при программе производства 5600 валов в год только при замене измерительной головки с погрешностью ± 7 мкм на головку с погрешностью ± 2 мкм.

Таким образом, рассмотрена современная роль организации контроля на машиностроительном предприятии в формировании качества продукции при производстве двигателей внутреннего сгорания. На реальном примере показаны технические и экономические преимущества повышения точности измерений при контроле коленчатых валов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Леонов О. А., Капрузов В. В., Шкаруба Н. Ж., Кисенков Н. Е. Метрология, стандартизация и сертификация. М. : КолосС, 2009. 568 с.
2. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Вергазова Ю. Г., Антонова У.Ю. Организация и метрологическое обеспечение входного контроля на предприятиях технического сервиса. Иркутск, 2017. 122 с.
3. Ерохин М. Н. Ремонт сельскохозяйственной техники с позиции обеспечения качества // Экология и сельскохозяйственная техника. Материалы 4-й научно-практической конференции. 2005. С. 234-238.
4. Бондарева Г. И. Составляющие качества ремонта // Сельский механизатор. 2016. № 7. С. 2-4.
5. Шкаруба Н. Ж. Результаты экономической оптимизации выбора средств измерений при контроле качества технологических процессов в ремонтном производстве // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2007. № 5. С. 109-112.
6. Леонов О. А. Обеспечение качества ремонта унифицированных соединений сельскохозяйственной техники методами расчета точностных

параметров : дис. ... докт. техн. наук : 05.20.03 / Леонов Олег Альбертович. Москва, 2004. 324 с.

7. Ерохин М. Н. Процентная взаимозаменяемость посадок с натягом // Вестник машиностроения. 2020. № 3. С. 41-44.

8. Ерохин М. Н. Методика расчета натяга для соединений резиновых армированных манжет с валами по критерию начала утечек // Вестник машиностроения. 2019. № 3. С. 41-44.

9. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Вергазова Ю. Г. Управление качеством производственных процессов и систем. М. : РГАУ-МСХА, 2018. 182 с.

10. Леонов О. А., Темасова Г. Н., Вергазова Ю. Г. Управление качеством. СПб. : Издательство «Лань», 2019. 180 с.

11. Темасова Г. Н. Использование диаграммы Парето при расчете внешних потерь от брака // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2004. № 5. С. 81-82.

12. Шкаруба Н. Ж. Расчет затрат на контроль технологических процессов ремонтного производства // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2004. № 5. С. 75-77.

13. Леонов О. А., Темасова Г. Н., Шкаруба Н. Ж. Экономика качества, стандартизации и сертификации. М. : ИНФРА-М, 2016. 251 с.

14. Бондарева Г. И. Построение современной системы качества на предприятиях технического сервиса // Сельский механизатор. 2017. № 8. С. 34-35.

15. Шкаруба Н. Ж. Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2013. № 2. С. 71-74.

REFERENCES

1. Leonov O. A., Kapruzov V. V., Shkaruba N. Zh., Kisenkov N. E. Metrologiia, standartizatsiia i sertifikatsiia [Metrology, standardization and certification]. Moscow, KolosS, 2009, 568 p.

2. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh., Vergazova Yu. G., Antonova U. Yu. Organizatsiia i metrologicheskoe obespechenie vkhodnogo kontroliia na predpriiatiakh tekhnicheskogo servisa [Organization and metrological support of incoming inspection at technical service enterprises.]. Irkutsk, 2017, 122 p.

3. Erokhin M. N. Remont sel'skokhoziaistvennoi tekhniki s pozitsii obespecheniia kachestva [Repair of agricultural machinery from the standpoint of quality assurance]. *Ekologiia i sel'skokhoziaistvennaia tekhnika*, 2005, pp. 234-238.

4. Bondareva G. I. Sostavliaiushchie kachestva remonta [Components of the quality of repair]. *Sel'skii mekhanizator*, 2016, no. 7, pp. 2-4.

5. Shkaruba N. Zh. Rezul'taty ekonomicheskoi optimizatsii vybora sredstv izmerenii pri kontrole kachestva tekhnologicheskikh protsessov v remontnom proizvodstve [Results of economic optimization of the choice of measuring instruments in quality control of technological processes in repair production]. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2007, no. 5, pp. 109-112.
6. Leonov O. A. Obespechenie kachestva remonta unifitsirovannykh soedinenii sel'skokhoziaistvennoi tekhniki metodami rascheta tochnostnykh parametrov [Quality assurance of repair of unified agricultural equipment connections by methods of calculation of accuracy parameters]. Doctor's degree dissertation. Moscow, 2004. 324 p.
7. Erokhin M. N. Protsentnaia vzaimozameniaemost' posadok s natiagom [Percentage interchangeability of fit-docks with interference]. *Vestnik mashinostroeniia*, 2020, no. 3, pp. 41-44.
8. Erokhin M. N. Metodika rascheta natiaga dlia soedinenii rezinovykh armirovannykh manzhet s valami pokriteriiu nachala utechek [Methodology for calculating the tightness for the joints of rubber reinforced cuffs with shafts according to the criterion of the beginning of leaks]. *Vestnik mashinostroeniia*, 2019, no 3, pp. 41-44.
9. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh., Vergazova Yu. G. Upravlenie kachestvom proizvodstvennykh protsessov i sistem [Quality management of production processes and systems]. Moscow, RGAU-MSKhA, 2018, 182 p.
10. Leonov O. A., Temasova G. N., Vergazova Yu. G. Upravlenie kachestvom [Quality control]. Saint Petersburg, Lan', 2019, 180 p.
11. Temasova G. N. Ispol'zovanie diagrammy Pareto pri raschete vneshnikh poter' ot braka [Using the Pareto chart in calculating external losses from marriage]. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2004, no. 5, pp. 81-82.
12. Shkaruba N. Zh. Raschet zatrat na kontrol' tekhnologicheskikh protsessov remontnogo proizvodstva [Calculation of costs for control of technological processes of repair production]. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2004, no. 5, pp. 75-77.
13. Leonov O. A., Temasova G. N., Shkaruba N. Zh. Ekonomika kachestva, standartizatsii i sertifikatsii [Economy of quality, standardization and certification]. Moscow, INFRA-M, 2016, 251 p.
14. Bondareva G. I. Postroenie sovremennoi sistemy kachestva na predpriatiiakh tekhnicheskogo servisa [Building a modern quality system at technical service enterprises]. *Sel'skii mekhanizator*, 2017, no. 8, pp. 34-35.
15. Shkaruba N. Zh. Issledovanie zatrat i poter' pri kontrole sheek kolchatogo vala v usloviakh remontnogo proizvodstva [Research of costs and losses in the control of crankshaft journals in the conditions of repair production]. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2013, no. 2, pp. 71-74.

Об авторе:

Вергазова Юлия Геннадьевна, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, vergazova@rgau-msha.ru.

About the author:

Yulia G. Vergazova, associate professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), vergazova@rgau-msha.ru.