

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 006.91

О.А. Леонов, доктор техн. наук

Г.Н. Бондарева, доктор техн. наук

Н.Ж. Шкаруба, канд. техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Среди факторов, определяющих конкурентоспособность, ключевыми в современных условиях являются гарантии высокого качества выпускаемой продукции. Между качеством продукции и качеством измерений существует непосредственная связь. На предприятиях, где измерительное дело налажено, как это требуется, качество продукции, как правило, оказывается выше. И, наоборот, там, где качество измерений не отвечает требованиям технологического процесса, нельзя ожидать высокого качества продукции.

Под качеством измерений следует понимать совокупность свойств состояния измерений, обуславливающих получение результатов измерений с требуемыми точностными характеристиками, в необходимом виде и в установленный срок [1]. Из этого определения следует, что главным показателем, определяющим качество измерений является их точность.

Терминология и требования к точности методов и результатов измерений регламентированы в комплексе из шести государственных стандартов РФ — ГОСТ Р ИСО 5725 под общим заголовком «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений», введенных в действие в 2002 г. Стандарты ГОСТ Р ИСО являются

переводом с английского языка международных стандартов ИСО 5725:1994.

Появление Стандарта 5725 вызвано возрастанием роли рыночных стимулов к качественному выполнению измерений и является ответом на такие острые вопросы, как: что такое качество измерений и как его измерять; можно ли определить, насколько при измерении той или иной величины один метод (методика) совершеннее другого или одна испытательная организация лучше другой; в какой степени следует доверять измеренным и зафиксированным значениям? и т. п.

В стандарте ИСО 5725 для описания точности метода измерений используют два термина: «правильность» и «прецизионность». Эти термины в отечественных нормативных документах по метрологии до настоящего времени не использовались. При этом «правильность» — степень близости результата измерений к истинному или условно истинному (действительному) значению измеряемой величины или в случае отсутствия эталона измеряемой величины — степень близости среднего значения, полученного на основании большой серии результатов измерений (или результатов испытаний) к принятому опорному значению. Показателем правильности обыч-

но является значение систематической погрешности (ГОСТ Р ИСО 5725–1 [1]).

В свою очередь «прецизионность» — степень близости друг к другу независимых результатов измерений, полученных в конкретных установленных условиях. Эта характеристика зависит только от случайных факторов и не связана с истинным или условно истинным значением измеряемой величины (ГОСТ Р ИСО 5725–1). Мера прецизионности обычно вычисляется как стандартное (среднеквадратическое) отклонение результатов измерений, выполненных в определенных условиях. Количественные значения мер прецизионности существенно зависят от заданных условий. Экстремальные показатели прецизионности — повторяемость, сходимостъ и воспроизводимостъ регламентируют и в отечественных нормативных документах, в том числе в большинстве государственных стандартов на методы контроля (испытаний, измерений, анализа) (ГОСТ Р ИСО 5725–1).

ГОСТ Р ИСО 5725 регламентирует основной способ экспериментальной оценки повторяемости (сходимости) и воспроизводимости методов и результатов измерений (ГОСТ Р ИСО 5725–2 [2]), а также основные способы определения правильности методов и результатов измерений (ГОСТ Р ИСО 5725–4 [3]).

В международной практике для оценки качества измерительных процессов используют руководство MSA (Measurement System Analysis). Для производителей автокомпонентов данное руководство является основой для соответствия и сертификации по ISO/TS 16949. В нашей стране принят ГОСТ Р 51814.5–2005 [4]. В стандарте [4] приведены рекомендации по применению статистических методов для анализа измерительных и контрольных процессов. Предложенные методы используют для анализа приемлемости измерительных и контрольных процессов. Для большинства предприятий-производителей автокомпонентов сертификация на соответствие требований данного стандарта является необходимым условием при сотрудничестве с заводами автопроизводителями.

Сертификация услуг по техническому обслуживанию и ремонту в нашей стране является добровольной [3]. Хотя требования к качеству работы двигателя, а главное к гарантии его безопасности после прохождения капитального ремонта такие же, как и к новому. Поэтому достоверность и адекватность данных, получаемых при измерениях очень важны для обеспечения качества и гарантий безопасности, а также выработки управленческих решений на ремонтных предприятиях. Несмотря на это для предприятий, занимающихся капитальным ремонтом двигателей, нет специально разработанных нормативных документов, касающихся оценки качества измерительных процессов.

Оценку качества измерений с экономической точки зрения можно проводить путем технико-экономического анализа целесообразности назначения допускаемой погрешности измерений Δ_{lim} и оптимизации выбора средств измерений. При завышении допускаемых погрешностей измерений Δ_{lim} уменьшается стоимость средств измерений, но увеличиваются вероятности ошибок при измерениях, что в конечном итоге приводит к росту экономических потерь $П$. При занижении допускаемых погрешностей Δ_{lim} стоимость средств измерений возрастает, вероятность ошибок измерений уменьшается, но это может привести к росту затрат $З$ и соответственно себестоимости выпускаемой продукции.

Экономически оптимальная точность измерений технологического параметра соответствует минимуму суммы потерь из-за погрешности измерений и затрат на измерения, включая затраты на метрологическое обслуживание средств измерений.

Значение характеристики оптимальной погрешности измерений соответствует минимуму зависимости суммы потерь из-за погрешности измерений и затрат на измерения от данной характеристики погрешности измерений. Рассмотрим функции потерь и затрат от погрешности измерений [5]:

$$П = \varphi(\Delta); \quad (1)$$

$$З = \psi(\Delta). \quad (2)$$

Приравнивая производную этих функций к нулю, можно получить значение оптимальной погрешности измерений:

$$\frac{d[\varphi(\Delta) + \psi(\Delta)]}{d\Delta} = 0; \text{ откуда } \Delta \rightarrow \text{opt}. \quad (3)$$

Обычно функция $З = \psi(\Delta)$ может быть выражена в следующем виде [5]:

$$З = k_3 \Delta^{-m}, \quad (4)$$

а функция $П = \varphi(\Delta)$ — в таком виде:

$$П = k_{II} \Delta^n, \quad (5)$$

где k_3 и k_{II} — некоторые постоянные коэффициенты; m и n — положительные числа.

Оптимальное значение погрешности измерений $\Delta_{lim_{opt}}$ можно определить, подставив в выражение (3) зависимости (4) и (5) [5]:

$$\Delta_{lim_{opt}} = \left(\frac{mk_3}{nk_{II}} \right)^{\frac{1}{m+n}}. \quad (6)$$

На практике реализовать данный подход трудно по следующим причинам.

1. Погрешность измерения дискретна, т. е. не является непрерывной функцией, зависящей от потерь или затрат на измерение.

2. Если располагать средства измерений по принципу увеличения погрешности, то их стоимость не будет изменяться плавно, а будет носить скачкообразный характер, имеющий тенденцию к снижению.

3. Иногда встречаются средства измерений, у которых величины погрешности и стоимости меньше или равны аналогичным величинам для базового средства измерений (особенно это справедливо при использовании различных физических принципов измерений).

В ремонтном производстве с точки зрения измерений существует ряд отличий от измерений в машиностроении и автомобилестроении. Одна и та же методика и одни и те же средства измерения применяются как для контроля изношенных, так и для контроля новых и отремонтированных деталей. Методика оценки качества измерений позволит определить приемлемость рекомендуемых в нормативной документации методов и средств измерений на различных этапах технологического процесса капитального ремонта двигателей.

С позиции применяемых средств измерений в машиностроении и при ремонте машин наблюдается значительное расхождение из-за различной программы производства и серийности. Машиностроительное производство в подавляющем большинстве случаев — это крупносерийное и массовое

производство, где применяются контрольные автоматы, измерительные машины и комплексы. Ремонтное производство — это единичное или мелкосерийное производство, где применяются универсальные или специальные средства измерений.

Актуальность указанных проблем указывает на необходимость разработки специальной методики оценки качества измерительных процессов применительно к ремонтному производству.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. — 32 с.
2. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. — 52 с.
3. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие / О.А. Леонов, В.В. Карпузов, Н.Ж. Шкаруба, Н.Е. Кисенков — М.: КолосС, 2009. — 568 с.
4. ГОСТ Р 51814.5-2005. Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов. — М.: Стандартинформ, 2005. — 54 с.
5. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Алгоритм выбора средств измерений для контроля качества по технико-экономическим критериям // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2012. — Вып. 2 (53). — С. 89–91.

УДК 621.629.3; 669.54.793

С.К. Тойгамбаев, канд. техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

П.В. Голиницкий

Московский государственный университет природообустройства

РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ПРИ ОБЖАТИИ

Бронзовые подшипниковые втулки находят широкое применение в сельскохозяйственных и мелиоративных машинах. Благодаря специфическим свойствам, бронзовые подшипниковые втулки наилучшим образом зарекомендовали себя в узлах, работающих при значительных нагрузках, переменных по величине и направлению, а также при работе в особых условиях — в воде, агрессивных средах, в узлах, которые работают при высоких скоростях скольжения. В конструктивном исполнении бронзовые подшипниковые втулки имеют самые различные формы. Наиболее часто — это цилиндрические втулки с гладкими наружными и внутренними поверхностями. Диаметры бронзовых втулок колеблются от 20 до 250 мм, а их масса от 70 г до 8,2 кг [1–4].

Для проведения размерного анализа были выбраны подшипники, изготовленные из бронзы Бр05Ц5С5 ГОСТ 613–79 с толщиной стенки 4 мм. Форма и размеры, которых представлены на рис. 1.

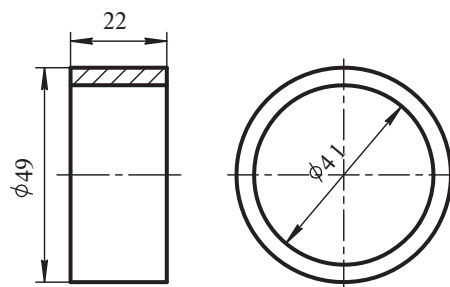


Рис. 1. Схема образца