1. Размерный анализ конструкций: Справочник/ С.Г. Бондаренко. – Киев: Тэхніка, 1989. – 148 с.
2. Домбэк, З.А. Научные основы детерминистических и вероятностных методов расчета параметров с допусками. Дис. … д-ра технич. наук. – Минск, 1999. –368 с.
3. Taylor, A. Process Tolerancing: A Solution to the Dilemma of Worst-Case Versus Statistiscal Tolerancing [Electronic resource]. – Mode of access: file://A: \stat\ta-2full.html. – Date of access: 26.05.2009.

УДК 691.531

ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ОПЕРАЦИОННОМ КОНТРОЛЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Соломахо Д.В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Вопросы организации контроля являются ключевыми в обеспечении качества продукции машиностроения и других отраслей экономики. В связи с обострением конкуренции и, как следствие, ужесточением требований к качеству продукции, существенно возросли требования к контролю на всех этапах производственного цикла, что, безусловно, не отрицает необходимости постоянного совершенствования технологии производства.

Одной из современных тенденций в контроле качества является повышение роли операционного контроля. Это связано с тем, что этот вид контроля позволяет минимизировать экономические потери от брака и одновременно создает информационную базу, позволяющую проводить анализ процессов производства и вырабатывать технические решения по их совершенствованию. При этом создается механизм, позволяющий потенциальному потребителю продукции убедиться в ее качестве на промежуточном этапе производства.

Операционный контроль имеет ряд специфических особенностей [1], что отражается на процессе проектирования методик его выполнения. Важнейшим элементом этой процедуры является нормирование суммарной погрешности измерений [Δ].

Необходимо отметить, что вопросы организации операционного контроля на сегодняшний день не нашли своего отражения в нормативных документах и научно-технической литературе, а при нормировании суммарной погрешности измерения руководствуются рекомендациями, сформулированными в работах [1,2] для случая приемочного контроля продукции.

В общем виде используемая модель процесса контроля может быть представлена следующим образом:

1.Контролируемый параметр производственного процесса имеет нормальное распределение.

2.Математическое ожидание контролируемого параметра совпадает с серединой поля допуска.

3.Контрольные границы соответствуют предельным размерам контролируемого параметра.

Графическое представление данной модели приведено на рис. 1.

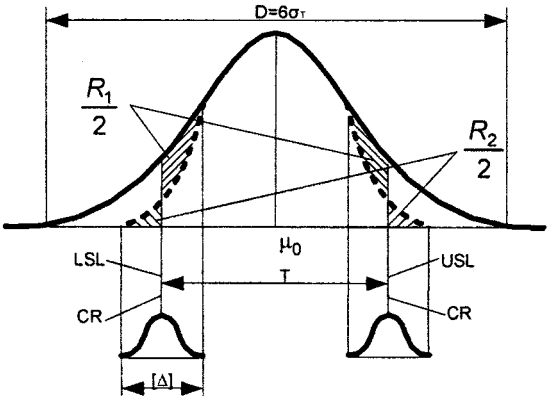

Рисунок 1 – Графическое представление модели контроля, где:
USL, LSL – предельные значения контролируемого параметра (верхнее и нижнее соответственно);
T – допуск контролируемого параметра;
D – технологическое поле рассеивания;
CR – контрольные границы;
μ_0 – математическое ожидание контролируемого параметра.

Изделие признается годным по контролируемому параметру, если выполняется условие:

$$LSL < X_i < USL, \text{ при } i = 1,...,n \qquad (1)$$

где n - общее количество изделий.

Из-за наличия погрешности измерений δ, которая при измерительном контроле носит случайный характер, мы оперируем оценками контролируемого параметра $X_i^* = X_i + \delta_i$. Решение о годности изделия по контролируемому параметру принимается, если выполняется неравенство:

$$LSL < X^* USL, \text{ при } i = 1,...n \qquad (2)$$

Если неравенство (2) не выполняется, изделие признается несоответствующим требованиям (негодным) и бракуется.

Если неравенство (1) выполняется, а неравенство (2) для некоторого изделия не выполняется, то имеет место ошибка контроля первого рода (годное изделие будет забраковано). Вероятность такой ошибки обозначим $Đ_i$.

Если неравенство (1) для некоторого изделия не выполняется, а (2) выполняется во всех случаях, то имеет место ошибка контроля второго рода (фактически негодное изделие будет признано годным). Вероятность ошибки второго рода обозначим $Ð_2$.

Реализация такой модели предполагает, что в ходе контроля имеет место два вида рисков.

R_1 - это вероятность, характеризующая среднюю долю фактически годных, но ошибочно забракованных при контроле изделий от общего числа изделий поступивших на контроль. Используя терминологию, принятую в статистическом управлении технологическими процессами такой вид рисков будем именовать риском первого рода. Тогда под риском второго рода R_2 будем понимать вероятность, характеризующую среднюю долю фактически негодных, но ошибочно признанных годными в результате контроля изделий среди всех принятых.

Эти параметры (R_1, R_2) используются при экономических расчетах потерь производителя, вызванных ошибками контроля и полностью зависят от нормируемой погрешности МВИ.

В условиях операционного контроля приведенная модель процесса существенно изменяется и приобретает следующие особенности:

1. Математическое ожидание (μ_o) контролируемого параметра, как правило, не совпадает с серединой поля допуска по технологическим соображениям (размер настройки оборудования не совпадает с серединой поля допуска из-за наличия неисключенной части особых причин изменчивости процесса).

2. Контролируемый параметр не всегда имеет нормальное распределение.

3. Контроль носит, как правило, выборочный характер, что приводит к появлению риска третьего рода R_3, под которым будем понимать вероятность, характеризующую среднюю долю фактически негодных, но ошибочно признанных годными в результате выборочного контроля изделий среди всех принятых.

Особенности, присущие операционному контролю, требуют анализа оценки правильности использования соотношения $[\Delta]=\left(\frac{1}{3}\cdots\frac{1}{5}\right)T$ при проектировании МВИ.

1. Марков Н.Н., Кайнер Г.Б., Сацердотов П.А. Погрешность и выбор средств при линейных измерениях. – М.: Машиностроение, 1967.
2. Рубичев Н.А. Фрумкин В.Д. Достоверность допускового контроля качества. – М.: Изд-во стандартов, 1990.
3. Христо Радев. Метрология и измервателна техника. Том 1. – София: Софтрейд, 2008.

УДК 621.382

РАЗРАБОТКА МЕТОДА И ТЕХНИКИ ДВОЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ И ПРИБОРОВ

Сопряков В.И., Ранчинский И.А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Контроль статической вольт-амперной характеристики (ВАХ) полупроводниковых нелинейных элементов и её параметров является распространённой формой операционного контроля и контроля готовой продукции, так как он является неразрушающим и может быть реализован простыми методами и средствами. На ВАХ полупроводниковых приборов оказывают влияние химические примеси и электрически активные дефекты, неоднородности распределения электрофизических параметров материала, микро и макродефекты структуры, состояние поверхности и качество контактов. Эти факторы определяют надёжность прибора, однако их влияние на ВАХ может быть незначительным и не может быть обнаружено по её виду.

Измерение и запись кривой второй производной ВАХ *I"(U)* позволяет решить задачу разрешения её тонкой структуры и определения факторов, влияющих на надёжность. В зависимости от типа прибора и ветви ВАХ, в которой проводится контроль, получаемая информация может носить как качественный, так и количественный характер.

Известно, что амплитуда второй гармоники (U_2) переменного тока низкой частоты в режиме малого сигнала в цепи нелинейного элемента пропорциональна *I"(U)*. Для измерения *I"(U)* разработана установка модуляционного дифференцирования ВАХ, в которой реализован метод детектирования гармоник. Установка позволяет измерять и записывать на двухкоординатный потенциометр ВАХ и её вторую производную в диапазонах 0 – 2,0 В и 0 – 1000 В. Чувствительность в режиме измерения второй гармоники составляет от 0,3 до 1 мкВ при отношении сигнал-шум, равном трём.

В сильно легированных *p-n*-переходах с концентрацией мелких примесей $10^{19}...10^{21}$ см$^{-3}$ преобладает туннельный механизм проводимости, что позволяет реализовать туннельную инжекцию носителей заряда на глубокий уровень. Следствием такого процесса является образование в прямой ветви