УДК 658.562

РИСК ИЗГОТОВИТЕЛЯ ПРИ МНОГОСТУПЕНЧАТОМ ИЗМЕРИТЕЛЬНОМ КОНТРОЛЕ

Болычевцев А. Д., проф., Д. Т. Н.; Федюшин А. И., аспирант; Гао Фэн-Ю, студент.
(Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков, Украина)

Числовой измерительный контроль используется на многих этапах изготовления промышленной продукции. С его необходимостью сталкиваются во всех случаях, когда в нормативной документации (технических условиях, стандартах) предполагается, что количественные показатели качества изделия должны выражаться числом, находиться в определенных пределах.

В настоящее время с возрастанием требований к качеству выпускаемой продукции существенно ужесточаются требования и к качеству самой процедуры контроля, что приводит к необходимости разработки новых, совершенных методик контроля.

В работе [1] предложен метод контроля, альтернативный традиционному измерительному контролю [2], который позволяет повысить качество контроля (многоступенчатый измерительный контроль).

Данный вид контроля осуществляется за один, два и большее количество циклов опознавания категории изделия. Первый цикл контроля является основным, через него проходят все без исключения изделия, поступившие на контроль, и контроль большинства из них на этом и заканчивается. Через дополнительные циклы проходят лишь те изделия, которые в предыдущем цикле не попали ни в категорию годных, ни в категорию негодных изделий. Они получили название спорных (какие изделия следует относить к спорным в [1] четко аргументируется). Максимальное количество циклов m контроля выбирается заранее и определяется, исходя из требований к качеству контроля.

В [1] было показано, что при использовании данного вида контроля риск заказчика уменьшается в десятки и сотни раз, риск же изготовителя увеличивается незначительно, но окончательно значение не было определено.

Оценим значение среднего риска изготовителя для многоступенчатого контроля. Под средним риском изготовителя $\overline{p}_1$ принято понимать вероятность отнесения контролем годного изделия к негодным. Чтобы количественно оценить $\overline{p}_1$, предварительно необходимо выяснить, как распределятся бракованные изделия по циклам опознавания. Для этого введем в рассмотрение понятие плотности распределения контролируемого параметра забракованного изделия $f_{бр.}(x)$, понимая под $f_{бр.}(x)\,dx$ вероятность того, что произвольное, наугад взятое изделие из партии в процессе многоступенчатого контроля окажется забракованным (для определенности допустим – забракованным сверху), и его контролируемый параметр X лежит в интервале $[x, x+dx]$. Это может произойти либо в первом, либо во втором, …, либо в m- м цикле. В математической формулировке это определение принимает вид:

$$f_{бр.}(x)\,dx = P\{A_1 \cup A_2 \cup \ldots \cup A_{m-1} \cup A_m\}, \qquad (1)$$

Где под A_1 подразумевается событие, когда контролируемый параметр будет иметь значение X, лежащее в интервале $[x, x+dx]$, а само изделие в первом же цикле будет забраковано:

$$A_1 = \{X \in [x, x+dx], Y_1 > x_в\},$$

Где Y_1 – результат измерения контролируемого параметра X в первом цикле;

Под A_2 – событие, состоящее в том, что контролируемый параметр будет иметь значение X, лежащее в интервале $[x, x+dx]$, а само изделие будет забраковано во втором цикле опознавания:

$$A_2 = \{X \in [x, x+dx], Y_1 \in [x'_в; x_в], Y_2 > x_в\},$$

И, соответственно A_m:

$$A_m = \{X \in [x, x+dx], Y_1 \in [x'_в; x_в], Y_2 \in [x'_в; x_в], \ldots, Y_{m-1} \in [x'_в; x_в], Y_m > x_в\},$$

Где $x'_в$ – верхняя граница контрольной нормы.

Так как события A_1, …, A_m - несовместны, и вероятность объединения несовместных событий равна сумме вероятностей этих событий, то формула (1) перепишется в виде:

$$f_{бр.}(x)\,dx = \sum_{i=1}^{m} P\{A_i\}.$$

Если во всех циклах опознавания используются одни и те же средства измерения и контрольные допуски одинаковы, то окончательно выражение для $f_{бр.}(x)$ будет иметь вид:

$$f_{бр.}(x)=f_x(x)\cdot\int\limits_{x_в-x}^{\infty}f_\varepsilon(\varepsilon)d\varepsilon\cdot\sum_{i=1}^{m}\left(\int\limits_{x'_в-x}^{x_в-x}f_\varepsilon(\varepsilon)d\varepsilon\right)^{i-1}. \qquad (2)$$

В формуле $f_x(x)$ и $f_\varepsilon(\varepsilon)$ – плотности распределения контролируемого параметра и погрешности измерения, соответственно.

Опираясь на формулу (2), и допустив $f_\varepsilon(\varepsilon)$ равномерно распределенной величиной, можно рассчитать искомый риск изготовителя контроля:

$$\overline{p}_{1m}=\int\limits_{x_н}^{x_в}f_{бр.}(x)\,dx\le 2\tilde{\varepsilon}\cdot f_x(x_в). \qquad (3)$$

Знак равенства соответствует бесконечно ступенчатому контролю ($m\to\infty$).

Для традиционного измерительного контроля:

$$\overline{p}_1=\tilde{\varepsilon}\cdot f_x(x_в). \qquad (4)$$

Сопоставив значения риска изготовителя для многоступенчатого контроля (3) с классическим значением (формула (4)), можно сделать вывод, что при контроле по предлагаемой методике средний риск изготовителя увеличивается незначительно, и лишь в предельном случае равен удвоенному значению (а это не так уж и много), риск же заказчика уменьшается в десятки и сотни раз. Данные обстоятельства свидетельствуют о том, что многоступенчатый контроль можно использовать как достаточно эффективную форму организации числового контроля.

Перечень ссылок:

1. Болычевцев а. Д. Многоступенчатый измерительный контроль //измерительная техника.–1990.–№9. –с. 15.
2. Фрумкин В.Д. и др. Достоверность контроля средств радиоизмерений и контрольные допуски. – М.: Изд-во стандартов, 1975.