

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВАЛОВ

Александр Викторович Борозенец

*Магистр 2 года,**кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: В.М. Корнеева,**доктор технических наук, профессор кафедры «Метрология и взаимозаменяемость»*

Актуальность работы. Развитие активного контроля является важнейшей предпосылкой повышения качества изделий, автоматизации технологических процессов высокой точности, снижение потерь от брака и расходов на контроль.

Цель работы. Целью работы является рассмотрение преимуществ активного контроля в сравнении с обычным контролем. С целью повышения достоверности эксперимента и учёта систематической погрешности мы осуществим планирование контроля выборки последовательного плана и оценку адекватности математической модели функции отклика.

Метод исследования. Для определения увеличения точности необходимо вычислить коэффициент увеличения точности для минимального возможного времени t_1 испытания (регрессивный метод) а также вычислить коэффициент увеличения точности для максимально возможного времени t_n испытания (прогрессивный метод) с учетом экстраполяции изменения функций $F'(t)$ и $\delta'_p(t)$ первого процесса. Предполагается, что функция $F'(t)$ является непрерывной и дифференцируемой, а функция $\delta'_p(t)$ кроме того, является нормальной.

Основные результаты. При активном контроле шейки вала электроусилителя рулевого управления диаметром 12 мм и качеством k6 и допуском $Td = 11$ мкм были получены следующие результаты для технологических процессов с применением активного контроля и без его применения.

Таблица 1. Результаты контроля диаметра для технологического процесса без применения
активного контроля

Без УАК	0	1	2	3	4	5	6	7
1	-1	-2	-2	0	0	4	8	9
2	2	0	0	0	2	6	9	9
3	4	0	0	2	4	8	9	9
4	4	2	0	2	4	8	9	9
5	4	2	2	2	6	8	10	9
6	4	2	2	4	6	9	10	9
7	4	2	2	4	6	9	10	9
8	6	4	2	4	6	9	10	10
9	6	4	4	4	8	9	10	11
10	6	4	4	6	8	9	10	12
11	8	6	4	6	9	9	10	12
12	8	8	6	8	10	9	11	14
$\bar{Mx}$	4,58	2,67	2,0	3,50	6,00	12,3	13,8	18,3
СКО	2,50	2,74	2,25	2,43	3,30	3,67	3,46	2,06

Таблица 2. Результаты контроля диаметра для технологического процесса с применением активного контроля

с УАК	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	0	-2	-2	-3	-2	-4	-4	-4	-6	-7	-9
2	0	-2	-2	-3	-4	-3	-4	-4	-7	-7	-7	-9
3	0	-2	-3	-3	-4	-3	-4	-4	-7	-8	-8	-10
4	-2	-3	-3	-4	-4	-4	-6	-6	-7	-8	-9	-10
5	-2	-3	-3	-4	-4	-4	-6	-6	-7	-8	-9	-10
6	-3	-4	-4	-4	-5	-4	-6	-7	-7	-9	-9	-10
7	-3	-4	-4	-4	-5	-4	-6	-7	-7	-9	-9	-10
8	-3	-4	-4	-4	-5	-6	-6	-7	-8	-9	-10	-11
9	-3	-5	-4	-6	-6	-6	-6	-7	-8	-10	-10	-11
10	-3	-5	-6	-6	-7	-6	-7	-7	-9	-10	-10	-11
11	-3	-5	-6	-6	-7	-6	-8	-7	-9	-10	-11	-11
12	-4	-6	-7	-7	-8	-7	-9	-8	-10	-11	-11	-12
Мх	-3,00	-5,33	-5,67	-6,5	-8,33	-6,67	-9,50	-9,67	-12,3	-15,5	-16,3	-18,7
СКО	2,76	2,995	2,61	2,71	3,06	2,74	3,21	2,67	3,60	2,84	2,67	1,76

В результате построения аппроксимирующих функций процессов и подстановки значений параметров были получены следующие коэффициенты увеличения точности:

Начальный коэффициент увеличения точности:

$$K_{\text{умнач}} = \frac{\delta'_p(t_0) + \Delta'_H(t_0)}{\delta''_p(t_0) + \Delta''_H(t_0)} = \frac{1,76 + 10}{2,4 + 11,04} = 1,19.$$

Регрессивный коэффициент увеличения точности:

$$K_{\text{ум}}(t_1) = \frac{|F'(t_1) - F'(t_{\min})| + \delta'_p(t_{\min})/2 + \delta'_p(t_1)/2 + \Delta'_H(t_1)}{|F''(t_1) - F''(t_0)| + \delta''_p(t_0)/2 + \delta''_p(t_1)/2 + \Delta''_H(t_1)} = 1,41$$

Прогрессивный коэффициент увеличения точности:

$$K_{\text{ум}}(t_n) = \frac{|F'(t_n) - F'(t_{\min})| + \delta'_p(t_{\min})/2 + \delta'_p(t_n)/2 + \Delta'_H(t_n)}{|F''(t_n) - F''(t_0)| + \delta''_p(t_0)/2 + \delta''_p(t_n)/2 + \Delta''_H(t_n)} = 2,73$$

Средний коэффициент увеличения точности:

$$K_{\text{умср}} = \frac{K_{\text{ум}}(t_1) + K_{\text{ум}}(t_n)}{2} = \frac{1,68 + 2,73}{2} = 2,21$$

С целью повышения достоверности контроля проведём планирование эксперимента. Способ планирования учитывает вероятности появления ошибок контроля единичного изделия из выборки. Рассчитаем план контроля для единых исходных данных с целью определения плана, наиболее отвечающего требованиям производства.

После вычисления границ плана мы получим следующее математическое ожидание объёма последовательной выборки:

$$m_n(x_i)'' = \frac{a(\alpha, \beta) \cdot b(\alpha, \beta)}{c(\alpha, \beta) \cdot (c(\alpha, \beta) - 1)} = \frac{-2,946 \cdot 2,946}{0,295(0,295 - 1)} = 1116 \text{ изделий.}$$

Оценка функции отклика (математической модели функции отклика) является одним из инструментов (методов) при планировании измерений, позволяющим осуществлять точную настройку прибора, учитывать систематическую погрешность при измерениях.

Оценка адекватности математической модели функции отклика определяется решающей функцией:

$$S(q_z) = \begin{cases} 0, & q_z \leq q_{z0} \\ 1, & q_z > q_{z0} \end{cases}$$

причем, если $S(q_z) = 0$, то модель признается адекватной, $S(q_z) = 1$ – не адекватной.

$$q_z = \hat{\mu} S_e^{-2} \sum_{k=1}^{\mu} (Z_k - (c_1 + c_2 x_k))^2 = 1,431$$

Поскольку значение $q_z < q_0$ можно полагать, что модель является адекватной. Вероятность ошибки не превосходит $\beta_0 = 0,01$.

Вывод. На основании полученных коэффициентов точности можно сделать вывод, что оборудование с УАК применяется, в основном, для обработки деталей высоких качеств (IT5–IT7), регрессивный коэффициент $1 \leq K_{ym}(t_1) \leq 1,6$, следовательно применение активного контроля приводит к уменьшению брака. Поскольку выдержано условие $K_{ym}(t_n) > K_{ym}(t_1)$, то внедрение УАК приводит к увеличению производительности за счет сокращения числа подналадок.

В процессе планирования эксперимента было получено математическое ожидание выборки, которое составляет 1116 изделий.

В результате оценивания адекватности функции отклика мы пришли к выводу, что функция отклика является адекватной, то есть прибор работает нормально.

Литература

1. Теория и проектирование контрольных автоматов / *Воронцов Л.Н., Корндорф С.Ф., Трутень В.А., Федотов А.В.*; Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа. – 1980.
2. Измерения: планирование и обработка результатов : [учебно-практ. пособие] / *Н. Г. Назаров*. – М. : Издательство стандартов, 2000. – 304 с. : ил. – Библиогр.: с. 299.
3. Метрология: Основные понятия и математические модели : Учеб. пособие для вузов / *Н. Г. Назаров*. – М. : Высшая школа, 2002. – 348 с. : ил. – Библиогр.: с. 343.