

Выбор методов оценки точности технологических процессов

77-48211/460138

Инженерный вестник # 08, август 2012

Калмыков В. В., Космынина Е. В., Сорокин П. С.

УДК 621.98

Россия, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

m1@bmstu-kaluga.ru

В современном мире важнейшей задачей промышленных предприятий является повышение конкурентоспособности производимой продукции. Одним из показателей конкурентоспособности является качество. Успешная реализация качественного продукта является главным источником существования любого предприятия.

Международный стандарт ISO 9000 определяет качество как совокупность характеристик объекта и способность удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. Современный этап развития машиностроения характеризуется ужесточением конкуренции между производителями, из-за чего все большее внимание уделяется системам и методам управления качеством. Важнейшим показателем качества в машиностроении является точность изготовления деталей.

Одним из основных методов управления качеством процессов является метод проведения многофакторных экспериментов. Регрессионный анализ результатов полных факторных экспериментов позволяет оптимизировать технологический процесс с точки зрения требований точности. На сегодняшний день для статистического контроля и оценки качества изделий широко применяют методы Генети Тагути – родоначальника направления «Quality Engineering», которые основаны на многофакторных экспериментах. Концепция Тагути нацелена на обеспечение нечувствительности процессов к влиянию шумов.

Целью данной работы является сравнение стандартных статистических методов с методикой оценки качества, предлагаемой Тагути. В качестве объекта исследования используется задача оценки качества, решенная Е.Н. Ланским и Ф.И. Антонюком [1].

В работе этих авторов [1] проведен анализ точности холодного выдавливания полых поковок типа стакан. Основным показателем качества является толщина дна стакана. Анализ результатов проводился статистическими методами.

В ходе проведения многофакторных экспериментов были получены данные, представленные в таблице 1.

Таблица 1

План полного факторного эксперимента

№п./п.	НВ	μ	t	Y _i	$\bar{Y}_i$	с/ш
1	+	+	+	27,60; 27,60; 27,30	27,50	28,79
2	-	+	+	9,33; 9,00; 9,43	9,25	19,32
3	+	-	+	14,30; 14,30; 14,76	14,45	23,20
4	-	-	+	0,87; 1,00; 0,67	0,85	-1,81
5	+	+	-	53,50; 54,80; 54,10	54,13	34,67
6	-	+	-	21,30; 21,56; 20,56	21,14	26,50
7	+	-	-	27,00; 27,70; 27,70	27,47	28,78
8	-	-	-	1,00; 1,00; 1,20	1,07	0,47

После обработки данных статистическим методом получено следующие уравнение регрессионного анализа:

$$y(\delta t) = 19,5 + 11,4HB + 8,5\mu - 6,5t + 1,4HB\mu - 3,4HBt - 3,1\mu t$$

Из уравнения видно, что влияние твердости сплава НВ на отклик в 1,34 раза сильнее влияния колебаний коэффициента трения μ и в 1,75 раза сильнее влияния толщины дна t.

Для решения поставленной задачи (сравнения статистических методов с методикой оценки качества Тагути) необходимо составить математическую

модель в виде уравнения регрессионного анализа, в которой для расчета коэффициентов вместо среднего значения отклика используется показатель «сигнал/шум», как предлагает Тагути.

Формула для расчета отношения «сигнал/шум» имеет вид:

$$c / m = -10 \lg \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right],$$

где n – количество измерений в конкретном эксперименте,

y_i – значения откликов в данном эксперименте.

Расчетные значения отношения «сигнал/шум» представлены в таблице 1. Было получено уравнение регрессионного анализа, составленное с помощью указанного отношения:

$$y(\delta t) = 20,0 + 8,9HB + 7,3\mu - 2,6t - 4,5HB\mu - 0,3HBt - 0,7\mu t$$

Из уравнения видно, что влияние твердости сплава HB на отклик в 1,21 раза сильнее влияния коэффициента трения μ и в 3,39 раза сильнее влияния толщины дна стакана t .

Для сравнения двух полученных математических моделей коэффициенты самого значимого фактора (в данном случае это твердость материала HB) принимаются за единицу, а коэффициенты оставшихся факторов пересчитываются в процентном отношении к нему.

Преобразованное уравнение регрессионного анализа, полученное статистическими методами имеет вид:

$$y(\delta t) = HB + 0,75\mu - 0,57t + 0,12HB\mu - 0,30HBt - 0,27\mu t$$

Преобразованное уравнение регрессии, полученное с использованием отношения «сигнал/шум»:

$$y(\delta t) = HB + 0,82\mu - 0,29t - 0,51HB\mu - 0,03HBt - 0,08\mu t$$

Как видно из приведенных выше уравнений регрессии, характер влияния факторов изменился только для эффекта взаимодействия факторов твердости материала и коэффициента трения, а характер влияния остальных факторов не поменялся. Значительно изменилась величина значимости факторов на отклик.

Таким образом, метод Тагути не может заменить регрессионный анализ полного факторного эксперимента в задачах оптимизации процессов. Его целесообразно использовать при поиске таких режимов производства, при которых процесс будет наиболее устойчив.

Список литературы

1. Ланской Е.Н., Антонюк Ф.И. Анализ точности холодного выдавливания полых поволоков статистическими методами // Кузнечно-штамповочное производство. 2001. № 5. С. 14-20