

А.Я. МОВШОВИЧ, И.В. МАНАЕНКОВ, М.М. БУДЕННЫЙ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПНЕВМОУДАРНОЙ ШТАМПОВКОЙ

У статті приведені результати експериментально-аналітичного дослідження закону розподілу виробничих погрешностей при виконанні розділових операцій методом пневмоударного штампування.

Пневмоударная штамповка для выполнения разделительных операций применяется в условиях опытного, индивидуального и мелкосерийного производства при изготовлении партии от 500 до 5000 деталей в год. Как правило такие партии штампуются одновременно на одном копир-пуансоне без снятия оснастки с прессы до полного окончания работы над всей партией. Перешлифовка рабочих частей штампа производится во время профилактических осмотров и ремонтов в промежутках между работой.

Поэтому при исследовании закона распределения производственных погрешностей рассматривалась совокупность деталей в отдельно изготовленной партии.

Для установления закона распределения отклонений производственных погрешностей при пневмоударной штамповке были проведены исследования над шестью наименованиями деталей, три из которых получились вырубкой, а в трех других случаях пробивались отверстия.

Для установления закона распределения отклонения производственных погрешностей при пневмоударной штамповке были проведены исследования над шестью наименованиями деталей, три из которых получались вырубкой, а в тех других случаях пробивались отверстия.

Из анализа производственных погрешностей, возникающих при штамповке деталей с применением пневмоударной штамповки следует, что среди источников возникновения производственных погрешностей имеется доминирующий фактор, а именно, износ режущих кромок копир-пуансона (матрицы), который связан функциональной зависимостью с временем работы штампа.

Изучение влияния доминирующего фактора (износа матриц и пуансонов) на отклонение размеров штампуемых деталей от номинала производилось путем анализа точностных диаграмм операций вырубкой-пробивки.

Точностные диаграммы достаточно полно отражают влияние доминирующего фактора, так как пробы для их построения снимались со штампов последовательно, через определенные промежутки времени, соответствующие одной тысяче отштампованных деталей.

Установлено, что размеры деталей изготавливаемой партии в единицу времени изменяются равномерно.

Аналитическая зависимость при изготовлении партии деталей размерами 90-10000 штук выражается уравнением прямой линии.

Из теории вероятностей следует, что при наличии среди источников, вызывающих производственные погрешности доминирующего фактора, равномерно изменяющегося во времени, рассеивание отклонений одной производственной партии должно подчиняться закону равной вероятности.

При интервале изменений случайной величины x от a до b уравнение дифференциальной функции распределения или плотности вероятности будет иметь следующий вид:

$$f(x) = \frac{1}{(b-a)} \quad (a \leq x \leq b)$$

Интегральная функция равномерного распределения выражается следующим уравнением для $a < x < b$

$$F(x) = \int_a^x f(x) dx = \int_a^x \frac{dx}{b-a} = \int_a^0 \frac{dx}{b-a} + \int_0^x \frac{dx}{b-a} = \frac{x-a}{b-a};$$

Наряду с доминирующим фактором, каким является износ рабочих элементов штампа, имеется ряд производственных погрешностей случайного характера, оказывающих существенное влияние на закон распределения погрешностей штампуемых деталей.

Изучение характера распределения случайных производственных погрешностей проводилось методом кривых “мгновенного” распределения.

Для построения кривых “мгновенного” распределения выборка объемом 200-250 штук отбиралась из деталей снятых со штампа последовательно, что позволило практически устранить влияние доминирующего фактора.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что распределение случайных производственных погрешностей при пневмоударной штамповке подчиняется закону нормального распределения.

Плотность вероятности или дифференциальная функция распределения случайной величины непрерывного типа, подчиняющейся закону нормального распределения, имеет следующее выражение:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2n}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

где: x – переменная случайная величина;

$f(x)$ – плотность вероятности;

σ – среднее квадратическое отклонение случайной величины x от \bar{x} ;

\bar{x} – среднее значение (математическое ожидание) величин x

e – основание натуральных логарифмов, где $e=2,71828$, $p=3,14$

Интегральный закон нормального распределения выражается в общем виде следующей формулой:

$$F(X) = \int_{-\infty}^x f(x)dx = \frac{1}{\sigma\sqrt{2n}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dx$$

Если случайная величина x следует закону нормального распределения, то достоверно, что она может принимать любые численные значения в пределах $\pm\infty$. Для практического использования закона нормального распределения ограничим зону рассеивания случайной величины пределами $\bar{X} \pm 3\sigma$, т.е. в пределах 6σ .

Таким образом, закон распределения погрешностей штампуемых деталей представляет собой композицию распределения погрешностей по закону равной вероятности и нормальному закону.

Из теории вероятностей известно, что если случайная величина представляет собой сумму независимых случайных величин, каждая из которых подчиняется своему закону распределения, то закон распределения суммы может быть найден по законам распределения слагаемых.

Если известно, что плотность распределения x равна $f(x)$, а плотность распределения y равна $f(y)$, то плотность распределения суммы $f(z)$ находится решением следующего интеграла:

$$f(z) = \int_0^{\infty} f(x)f(z-x)dx = \int_0^{\infty} f(y)f(z-y)dy$$

где $z=x+y$, откуда $y=z-x$ и $x=z-y$

$$f(y) = f(z-x) = \frac{1}{b-a}$$

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2n}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2n}} e^{-\frac{(z-y-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

где в показателе при e величина x заменена на $x=z-y$.

После проведения математических преобразований получили зависимость для определения среднего значения Z для закона композиции.

$$z = \bar{x} + \bar{y} = \bar{x} + \frac{b-a}{2};$$

Дисперсия закона композиции равна:

$$\sigma_z^2 = \sigma_x^2 + \sigma_y^2 = \sigma_x^2 + \frac{(b-a)^2}{12}$$

Выводы:

1. Установлено, что распределение отклонений производственных погрешностей для деталей одной партии характеризуется: величиной поля рассеивания, характером распределения отклонений в этом поле, соотношением между величиной поля рассеивания и нуля допуска.

2. Доминирующим фактором, влияющим на точность пневмоударной штамповки является погрешность износа капира пуансона (матрицы).

3. Установлено, что распределение погрешностей штампуемых деталей под влиянием действия доминирующего фактора подчиняется закону равной вероятности, а под действием случайных факторов – закону нормального распределения.

Список литературы: 1. Чижиков Н.В., Буденный М.М., Мовшович А.Я. Аналитическое определение рассеивания размеров при листовой штамповке. ((Сб. “Вестник НТУ ХПИ” – 2001.- Выпуск 10, Харьков, с. 37-41. 2. Мовшович А.Я., Горницкий А.Я., Кузнецова Л.Г. Исследование точности деталей, получаемых вырубкой-пробивкой в переналаживаемых штампах на основе композиционных материалов. (\Сб. Вестник НТУ ХПИ. – 2001 – Выпуск 11, Харьков, с 69-79).

Поступила в редколлегию 15.05.2008