

**Е.И. Чемерис, канд. техн. наук**

*Кировоградский институт регионального управления и экономики*

## Надежность оценки параметров качества штамповки тонколистовых деталей сложного контура

Рассмотрен статистический метод обеспечения надежности измерения геометрических параметров качества штампуемых сложноконтурных тонколистовых изделий.

**штамповка , тонколистовые изделия , статистический метод, надежность, измерение параметры качества**

При массовой скоростной штамповке тонколистовых деталей сложного контура (ТДСК) прецизионными разделительными штампами последовательного действия (ПРШПД) возникает необходимость в повышенной точности определения действительных значений параметров качества. Типовыми параметрами качества данных изделий являются следующие:

- точность размеров поверхностей конструктивных элементов штампуемой ТДСК;
- точность формы плоскости контура ТДСК;
- точность формы расположения внутренних конструктивных элементов ТДСК.

Другие параметры качества – физико-механическое состояние поверхностей ТДСК и структуры материала ТДСК мало изменяются в процессе разделения и подлежат контролю на стадиях проверки качества их заготовок.

В работах автора (1, 2, 3, 4) рассмотрены геометрические и силовые факторы, влияющие на формирование точности рассматриваемых параметров качества.

---

© Е.И.Чемерис, 2010

В данной работе рассмотрен метод оценки точности геометрических параметров ТДСК после их штамповки с заданным уровнем надежности.

Факторы, влияющие на устойчивое получение точности размеров контуров рассматриваемых элементов могут быть следующие: толщина штампуемой ленты, диаметр отверстия в ленте под фиксирующие инструменты, допуски рассматриваемых размеров, зазоры между фиксирующими инструментами и фиксирующими отверстиями, расстояния от разделяемого контура до центра ближайшего фиксирующего отверстия; прочность материала разделяемой ленты [1].

На устойчивое получение точности формы плоскости ТДСК влияют следующие факторы: двусторонний технологический зазор, предел прочности разделяемого материала при растяжении, относительное сужение и коэффициент Пуассона материала, модуль упругости материала, толщина материал заготовки, размеры вырубляемого контура [2].

Устойчивое получение точности внутренних конструктивных элементов ТДСК регламентируется следующими факторами: суммарной длиной ветвей контура элемента от крайних базовых точек до точки конца срединной линии [3]; общий допуск расположения элемента; общая длина срединной линии элемента; двусторонний режущий зазор; толщина разделяемого материала; предел прочности разделяемого материала при растяжении [3].

В основу исследования положено допущение о нормальном законе распределения измеряемых геометрических параметров при проведении измерений. Из опыта контроля указанных выше трех параметров геометрической точности ТДСК установлена также

невозможность проведения достаточного количества измерений одноименного параметра. При наличии большого количества факторов, перечисленных выше, из которых подавляющее количество является случайными, можно положить, что результатом таких измерений есть не среднее значение измеряемого параметра  $\bar{x}$ , а неопределенность измерения вида

$$U(x) = \frac{x_о - x_н}{2\sqrt{3}}, \quad (1)$$

где  $x_о$  и  $x_н$  – верхняя и нижняя границы измеряемой величины.

Измерение рассматриваемых трех параметров качества выполняется, как правило, на оптико-механических приборах, в частности на инструментальных микроскопах. При измерении данными приборами можно положить, что к действительному значению параметров  $x_о$  и  $x_н$  следует прибавить погрешность способа и средства измерения, которую можно представить в виде:

$$\Delta = \pm(a + bx), \quad (2)$$

где  $a$  – постоянная составляющая погрешности;

$bx$  – переменная составляющая;

$x$  – действительное значение измеряемого параметра.

Из практики измерений рассеяний указанных параметров качества при штамповке заготовок выводных рамок интегральных микросхем, как типовых представителей ТДСК, на предприятии, специализирующемся на выпуске данных изделий (завод «Пуансон», г. Знаменка) автором установлены следующие приближенные значения рассматриваемых погрешностей:

– для отклонений от точности размеров поверхностей конструктивных элементов  $a + bx > 5\%$  от значения допуска  $(x_о - x_н)$ ;

– для отклонений от точности формы и расположения внутренних конструктивных элементов ТДСК  $a + bx > 10\%$  от значения допуска  $(x_о - x_н)$ ;

– для отклонений от точности формы плоскости контура ТДСК  $a + bx > 20\%$  от значения допуска  $(x_о - x_н)$ .

Поскольку определение величин  $a$  и  $b$  на практике представляется затруднительным, выражение (2) удобно представить в виде:

$$a + bx = k (x_о - x_н), \quad (3)$$

где  $k$  – доля погрешности средства и способа измерения от величины допуска измеряемой величины.

Учитывая, что качество контроля зависит от соотношения и расположения границ допуска  $(x_о; x_н)$  и интервала неопределенности  $2(a + bx) = 2k(x_о - x_н)$ , результат контроля может быть представлен в виде следующих неравенств:

$$\left. \begin{aligned} [x_н + k(x_о - x_н)] < x_i < [x_о + k(x_о - x_н)] \\ x_i < [x_н - k(x_о - x_н)] \\ x_i > [x_о + k(x_о - x_н)] \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

где  $x_i$  – результат измерения.

При соблюдении первого неравенства может быть принято решение о пригодности параметра, при соблюдении второго и третьего – о его непригодности, Рис. 1.

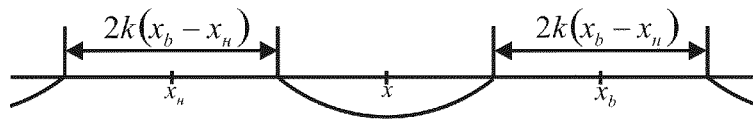


Рисунок 1 – Зоны влияния средств измерений  $2k(x_e - x_n)$  и решений о пригодности  $x_e - x_n - 2k(x_e - x_n)$ .

Для нахождения надежного интервала для измеряемого параметра при заданном уровне надежности  $\beta$  может быть использована формула

$$\left[ \bar{x} - \frac{s}{\sqrt{n-1}} t_\beta; \bar{x} + \frac{s}{\sqrt{n-1}} t_\beta \right], \quad (5)$$

где  $\bar{x}$  – выборочное среднее измеряемого параметра;

$s^2$  – дисперсия выборки;

$n$  – объем выборки;

$t_\beta$  – параметр распределения Стьюдента,  $t_\beta = t(\beta, n-1)$ .

Величины  $\bar{x}$  и  $s^2$  вычисляются по формулам:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad (6)$$

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2. \quad (7)$$

Значение  $t_\beta$  находят по таблице распределения Стьюдента.

Граничные значения параметра  $k$  для определенных номинальных величин измеряемых параметров, нижних и верхних границ их допусков при заданных уровнях надежности  $\beta$  и объемах выборок  $n$  могут быть найдены из равенств:

$$x_n + k(x_e - x_n) = \bar{x} - \frac{s}{\sqrt{n-1}} t_\beta; \quad (8)$$

$$x_e - k(x_e - x_n) = \bar{x} + \frac{s}{\sqrt{n-1}} t_\beta. \quad (9)$$

Найденные граничные значения  $k$  определяют интервал погрешностей измерений геометрических параметров указанных трех видов:

$$k_1 < k < k_2,$$

где  $k_1$  и  $k_2$  – граничные значения  $k$ , найденные из равенств (8) – (9) соответственно.

### Пример расчета

Измерение геометрического размера  $4^{+0,1}$ , координирующего поверхности двух конструктивных элементов ТДСК производили на инструментальном микроскопе. Количество измеренных деталей  $n = 10$ . В результате получен ряд измерений: 4,00; 4,01; 4,02; 4,03; 4,04; 4,05; 4,06; 4,07; 4,08; 4,09.

Оценить интервал колебаний погрешности измерений (параметра  $k$ ) при уровне надежности  $\beta = 0,95$ .

1. Находим значения  $\bar{x}$  и  $s$  по формулам (6) и (7):  $\bar{x} = 4,045$ ;  $s = 0,0287$ ;

2. Значение  $t_\beta$  находим по таблицам распределения Стьюдента  $t_\beta = t(\beta, n-1)$ :  
 $t_\beta = 2,31$ ;

3. Из равенств (8) и (9) получим граничные значения параметра  $k$ :  $k_1 = 0,23$  и  $k_2 = 0,33$ ;

4. Полученные граничные значения определяют интервал колебаний доли погрешности измерений размера  $4^{+0,1}$  от его допуска:  $0,23 < k < 0,33$ .

### Выводы

Применение рассмотренного метода позволяет рассчитать погрешность измерения

геометрического параметра качества сложноконтурного изделия при заданных величинах партии изделий и уровне надежности измерений и таким образом оценить требуемую точность измерения и выбрать соответствующее средство измерения.

## Список литературы

1. Чемерис Е. И. Вероятностная модель безотказной работы разделительного штампа последовательного действия по критерию геометрической точности штампуемой детали // Збірник наукових праць КДТУ. – Кіровоград: 2000. – № 6. – С. 41–47.
2. Чемерис Е. И. О прецизионной стойкости инструментов последовательного разделительного штампа на вырубном переходе // Збірник наукових праць КДТУ. – Кіровоград: 2001. – № 10. – С. 83–92.
3. Чемерис Е. И. Моделирование устойчивой точности геометрической формы и взаимного расположения внутренних конструктивных элементов тонколистовой сложноконтурной детали в процессе её разделительного формообразования // Вісник інженерної академії України. – К.: 2006. – №1. – С. 72–78.
4. Чемерис Е. И. Методы обеспечения надежности прецизионных разделительных штампов последовательного действия со сложноконтурными твердосплавными инструментами по критерию геометрической точности штамповки // Вісник інженерної академії України. – К.: 2007. – №1. – С. 122–126.

*Є. Чемерис*

### **Надійність оцінки параметрів якості штамповки тонколистових деталей складного контуру**

Розглянуто статистичний метод забезпечення надійності вимірювання геометричних параметрів якості відштампованих складноконтурних тонколистових виробів.

*Ye. Chemeris*

### **Reliability of assurance of quality parametres of complicated contour light-gage details pressibork**

It is considered the statistical method of assurance of measuring reliability of geometrical parameters of the pressed complicated contour light-gage details.

Одержано 10.03.10