

УДК 621.9.019.3

©Пашенко Е.А., Бурдейная В.М.

## **ТОЧНОСТЬ КООРДИНИРОВАННЫХ РАЗМЕРОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ БЕЗ НАПРАВЛЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

### **1. Постановка задачи**

Исследованиями, выполненными ранее (1), было установлено, что точность координированных размеров (межосевых размеров от базы) с учетом позиционных отклонений осей отверстий обеспечивается не всегда. В большей степени это относится к отверстиям, у которых  $l/d > 5$  ( $l$  и  $d$  – соответственно длина и диаметр отверстия). И, несмотря на значительный опыт, накопленный в результате исследований технологических процессов автоматизированного производства, вопросы технологического обеспечения качества их работы изучены еще не достаточно. Отсутствует у конструкторов нормативно-техническая документация, устанавливающая взаимосвязь между точностными характеристиками обрабатываемых деталей и точностными параметрами элементов оснастки станков, обеспечивающих эти характеристики.

### **2. Актуальность исследования**

С повышением требований к точности координат и позиционных отклонений осей отверстий в обрабатываемых деталях возникает необходимость уже на стадии проектирования оборудования обоснованно применять различные конструкции технологического оснащения с определенными экономически целесообразными точностными параметрами. Особую значимость проблема научно обоснованной регламентации точностных параметров элементов технологического оснащения приобретает при создании переналаживаемого (гибкого) оборудования поскольку, в основном, в точностных параметрах технологической оснастки трансформируются погрешности всей технологической системы СПКД.

Высказанные положения подтверждают необходимость и актуальность исследований факторов, определяющих точность обработки заготовок на многооперационных станках с использованием различных технологических схем.

### **3. Экспериментальное исследование точности координированных размеров**

Поскольку вопросы обоснованного назначения элементов технологического оснащения для надежного обеспечения точности обработки координированных отверстий до сих пор не решены, был проведен комплекс экспериментальных и теоретических исследований на основе полного факторного эксперимента (ПФЭ  $2^3$ ).

Для случая сверления отверстий диаметром (1-3) мм в сплошном материале при задании размера от базы точность обработки оценивалась практическими полями рассеяния

от базы ( $\omega_b$ ) и позиционного отклонения ( $\omega_o$ ). В общем виде была принята следующая функциональная зависимость для определения практических полей рассеяния размера от базы ( $\omega_b$ ) или позиционного отклонения ( $\omega_o$ ):

$$\omega_{B;O} = f(d_H, HB, l_H), \quad (1)$$

где  $d_H$  – диаметр обрабатываемого отверстия, мм;

$HB$  – твердость обрабатываемого материала, МПа;

$l_H$  – вылет инструмента за торец шпинделя, мм.

Обрабатывались заготовки из стали 45, серого чугуна СЧ15 и алюминиевого сплава АКЧ сверлами диаметрами  $\varnothing 1$  мм,  $\varnothing 2$  мм,  $\varnothing 3$  мм короткой и средней серии длин. В каждой точке плана эксперимента объем испытаний был принят равным  $N=50$  шт. Для достоверности и адекватности полученных математических зависимостей была проведена дополнительная серия опытов ( $n_o=3$ ) в нулевой точке плана эксперимента (заготовка из серого чугуна СЧ15).

Математическая обработка результатов экспериментальных исследований на первом этапе сводилась к определению статистических характеристики распределений:

$\bar{X}$  – среднее арифметическое отклонение исследуемой величины;

$\sigma$  – среднее квадратических отклонений;

$W$  – размах;

$\lambda$  – коэффициент относительного рассеяния случайной величины;

$\alpha$  – коэффициент относительной ассиметрии.

Оценка согласия экспериментальных данных с теоретическими по каждому из 11 опытов проводилась путем вычисления критериев Колмогорова и Пирсона. Установлено, что рассеяние размеров от базы подчиняется нормальному закону, а позиционного отклонения – законам эксцентриситета или модуля разности.

Проверка гипотезы однородности дисперсий практических полей рассеяния в каждой точке плана эксперимента проводилась по критерию Кохрена.

#### 4. Система без направления режущего инструмента

В качестве независимых переменных  $X_i$  ( $I = 1, 2, 3$ ) приняты логарифмы  $d_u$ ,  $HB$  и  $l_u$ . Кодирование факторов, например по диаметру, осуществлено в следующей последовательности:

– нулевой уровень варьирования равен  $X_{1;0} = \lg 2,0 = 0,301$ , а интервал рассчитывался по формулам

$$\Delta X_{1;0} = \frac{\lg 3,0 - 1,0}{2} = 0,2386, \quad (2)$$

Таким образом, кодированное значение диаметра режущего инструмента вычисляем по формуле:

$$Z_1 = \frac{(\lg d_H - 0,301)}{0,2386}, \quad (3)$$

Аналогично определяем значения  $Z_2$  и  $Z_3$ , которые сведены в таблицу 1.

**Таблица 1** – Кодированное значение факторов при сверлении отверстий силовой головкой без направления режущего инструмента

Наименование фактора	Код	Кодированное значение факторов
Диаметр инструмента	$Z_1$	$(\lg d_{и} - 0,301)/0,2386$
Твердость обрабатываемого материала	$Z_2$	$(\lg HB - 3,0934)/0,2726$
Вылет инструмента	$Z_3$	$(\lg l_{и} - 1,3617)/0,1365$

Гипотезу об адекватности представления результатов исследования точности обработки можно считать правильной, так как проверки как по критерию Фишера (F), так и по критерию Стьюдента (t) показали, что расчетные значения этих критериев меньше табличных.

В результате дальнейшей математической обработки получены зависимости для расчета практических полей рассеяния:

$$\omega_B = 19,6 \frac{HB^{0,36} \cdot \ln^{0,46}}{d_{и}^{0,45 \cdot \lg HB - 1,289}} \quad (4)$$

– для позиционных отклонений оси отверстия

$$\omega_o = 0,863 \frac{\ln^{1,058} \cdot HB^{0,72}}{d_{и}^{0,91 \cdot \lg HB - 2,6308}} \quad (5)$$

Полученные зависимости можно использовать при следующих пределах исследуемых факторов: HB = (500-2500) МПа при  $d_{и}$  = (0,8- 3,5) мм и  $l_{и}$  - в пределах от 8 мм до 40 мм.

Увеличение вылета инструмента за торец шпинделя, а также повышение твердости материала заготовки увеличивают поля рассеивания  $\omega_B$  и  $\omega_o$ .

На графиках (рис.1) представлены реализация полученных уравнений.

В табл. 2 представлен удельный вес факторов на  $\omega_B$  и  $\omega_o$  при обработке заготовок без направления режущего инструмента.

**Таблица 2** – Удельный вес факторов

Факторы	Удельный вес факторов, в %	
	$\omega_B$	$\omega_o$
$d_{и}$	13,5	11,0
HB	34,5	33,0
$l_{и}$	35,0	39,0
Совместное влияние $d_{и}$ и HB	17,0	17,0

Из таблицы видно, что наибольшее влияние оказывает вылет режущего инструмента  $l_{и}$  (35-39) %. Удельное влияние диаметра инструмента сказывается в меньшей степени и составляет от 11 % до 13 %. Механические свойства обрабатываемого материала детали оказывают также существенное влияние (33-34,5 %). Совместное влияние диаметра и твердости материала – фактор, определяющий нагрузку на инструмент, влияет менее существенно (17 %).

### Выводы

Теоретическими исследованиями установлено, что точность координирования размеров и позиционных отклонений зависит от суммарной геометрической точности элементов технологической системы станка и суммарных упругих деформаций. Исследованиями установлено, что рассеяние координированных размеров подчиняется нормальному закону распределения, а позиционных отклонений – закону эксцентриситета или модуля разности. Результаты расчета влияния удельного веса погрешностей на суммарную геометрическую точность показывает, что для систем без направления режущего инструмента наиболее существенное влияние оказывают погрешности приспособлений – до 55 %, а для систем с направлением инструмента – погрешности подвижной кондукторной плиты и приспособления (суммарно около 79 %).

### Список использованных источников:

1. Исследование точности обработки деталей на агрегатных станках с применением различных технологических схем : отчет о НИР / Укр. заоч. политехн. ин-т. ; исполн.: Э. А. Пащенко, В. А. Чепела, Н. В. Латышев. – Инв. № Б979436. – Харьков, 1980. – 132 с.
2. Душинский В. В. Оптимизация технологических процессов в машиностроении / В. В. Душинский, Е. С. Пуховский, С. Г., Радченко ; под ред. Г. Э. Туурита. – К. : Техніка, 1977. – 176 с.
3. Шиндовский Э. Статистические методы управления качеством / Э. Шиндовский, О. Шорц. – М.: МИФ, 1976. – 599 с.
4. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. – М. : Машиностроение, 1971. – 288 с.

*Пащенко Е.А., Бурдейная В.М.* «Точность координированных размеров при обработке отверстий без направления режущего инструмента».

В статье рассматривается проблема научно обоснованной регламентации точностных параметров элементов технологического оснащения оборудования и факторы, определяющие точность обработки заготовок на многооперационных станках с использованием различных технологических схем.

**Ключевые слова:** отверстие, координированные размеры, точность, режущий инструмент.

*Пащенко Е.А., Бурдейна В.М.* «Точність координованих розмірів при обробці отворів без направлення ріжучого інструменту».

У статті розглядається проблема науково обґрунтованої регламентації точностних параметрів елементів технологічного оснащення обладнання та фактори, що визначають точність обробки заготовок на багатоопераційних верстатах з використанням різних технологічних схем.

**Ключові слова:** отвір, координовані розміри, точність, ріжучий інструмент.

*Pascenco E.A., Burdeinaya V.M.* “Accuracy coordinated dimensions at machining holes without direction of the cutting tool”.

The problem of evidence-based regulation accuracy parameters of elements of technological equipment of the equipment and the factors determining the accuracy of workpieces on multioperational machines using different technological schemes.

**Key words:** hole coordinated dimensions, precision, cutting tool.

Стаття надійшла до редакції 2 грудня 2013 р.