

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 (ω_b) и позиционного отклонения (ω_o). В общем виде была принята следующая функциональная зависимость для определения практических полей рассеяния размера от базы (ω_b) или позиционного отклонения (ω_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;

σ – среднее квадратических отклонений;

W – размах;

λ – коэффициент относительного рассеяния случайной величины;

α – 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 ω_B и ω_o .

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

В табл. 2 представлен удельный вес факторов на ω_B и ω_o при обработке заготовок без направления режущего инструмента.

Таблица 2 – Удельный вес факторов

Факторы	Удельный вес факторов, в %	
	ω_B	ω_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., Бурдейная 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.