



ПРИКЛАДНЫЕ НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ

УДК:621.9.019.3

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Пашенко Эдуард Андреевич, кандидат технических наук, доцент
кафедра охраны труда, стандартизации и сертификации,
Украинская инженерно-педагогическая академия, ул. Университетская, 16, г. Харьков, 61000
Контактный тел.: (057) 733-79-44

Трищ Галина Михайловна
ассистент, кафедра интегрированных технологий в машиностроении,
Украинская инженерно-педагогическая академия, ул. Университетская, 16, г. Харьков, 61000
Контактный тел.: (057) 733-79-44, 066-324-79-00

Проведено планування експерименту для пошуку оптимальних умов при виготовленні отворів в різних матеріалах. Отримано залежності для практичних полів розсіювання розмірів від бази і позиційних відхилень осей отворів.

Ключові слова: механічна обробка, поле розсіювання розмірів, отвори, відхилення розмірів, планування експерименту, ріжучий інструмент.

Проведено планирование эксперимента для поиска оптимальных условий при изготовлении отверстий в различных материалах. Получены зависимости для практических полей рассеяния размеров от базы и позиционных отклонений осей отверстий.

Ключевые слова: механическая обработка, поле рассеяния размеров, отверстия, отклонение размеров, планирование эксперимента, режущий инструмент.

Experiment planning to find optimal conditions for producing holes in various materials is carried out. The dependences for the practical of the stray fields of sizes from the base and the positional deviations of the axes of holes are given.

Keywords: machining, stray field of sizes, holes, size deviation, experiment planning, cutting tool.

Введение

Наиболее эффективным направлением в решении задач значительного повышения эксплуатационных показателей машиностроительной продукции является широкое внедрение в практику конструирования и производства изделий расчетных методов, обоснования их качественных показателей.

Исследованиями, выполненными для многопозиционных станков [1], было установлено, что точность координированных размеров между обрабатываемыми отверстиями с учетом позиционного отклонения их осей обеспечивается не всегда. Кроме того, другими исследователями [2] констатируется, что, несмотря на значительный опыт, накопленный в результате исследований технологических процессов автоматизированного произ-

водства, вопросы технологического обеспечения, качества их работы изучены еще не в полной мере. Отсутствует также у проектировщиков нормативно-техническая документация, устанавливающая взаимосвязь между точностными характеристиками обрабатываемых заготовок и точностными параметрами элементов оснастки станков, обеспечивающих эти характеристики. Поэтому с повышением требований к точности координат и позиционных допусков осей отверстий в обрабатываемых заготовках возникает необходимость уже на стадии проектирования металлорежущего оборудования обоснованно применять различные конструкции многшпиндельных насадок (коробок), кондукторов и приспособлений.

Особую значимость проблема научно обоснованной регламентации точностных параметров элементов технологического оснащения приобретает

при создании переналаживаемого оборудования, поскольку, в основном, в точностных параметрах технологического оснащения трансформируются погрешности всей технологической системы.

На основании вышеизложенного целью настоящей работы являлось установление оптимальных значений точности координированных размеров (размеров от базы и позиционных отклонений осей отверстий) при сверлении отверстий без направления режущего инструмента.

Оптимизация координированных размеров

Для проведения полного факторного эксперимента проанализированы и приняты основные факторы, влияющие на точность координированных размеров: d_n — диаметр обрабатываемого отверстия, мм; HB — твердость обрабатываемого материала, МПа; l_n — вылет инструмента за торец шпинделя, мм. Точность обработки оценивалась полями рассеяния размеров от базы (ω_b) и позиционных отклонений осей отверстий (ω_o).

В общем виде была принята следующая функциональная зависимость для определения практических полей рассеяния размеров от базы и позиционных отклонений

$$\omega_{bo} = f(d_n \cdot HB \cdot l_n). \quad (1)$$

Обрабатывались заготовки из стали 45, Сч15 и алюминиевого сплава Ал 9, режущим инструментом служили сверла 1 мм, 2 мм и 3 мм короткой и средней серии длин. Толщина заготовки (длина обрабатываемого отверстия) принималась такой, что бы выполнялось условие $l/d > 3$ (где l и d соответственно длина и диаметр отверстия). Результаты измерений позиционных отклонений приводились к базовой длине $l = 10$ мм.

В каждой точке плана эксперимента типа 2^3 объем испытаний принимался равным $N = 50$ шт. Для оценки достоверности и адекватности полученных математических зависимостей была проведена дополнительная серия опытов $n_0 = 3$ (в нулевой

точке плана эксперимента (обработка заготовок из серого чугуна Сч15)).

После сверления заготовок и измерений координированных размеров по специально разработанной методике были рассчитаны статистические характеристики распределений: \bar{x} — среднее арифметическое отклонение исследуемого фактора; σ — среднее квадратическое отклонение; ω — размах; λ и α' — соответственно коэффициент относительного рассеяния и коэффициент относительной асимметрии.

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 — закону эксцентриситета. Проверка гипотезы однородности дисперсий практических полей рассеяния в каждой точке плана эксперимента производилась по критерию Кохрена [3].

В качестве независимых переменных x_i ($i = 1, 2, 3$) были приняты логарифмы d_n, HB, l_n .

Уровни и интервалы изменения данных переменных факторов приведены в табл. 1. Кодирование факторов, например по диаметру, осуществлялось в такой последовательности:

→ нулевой уровень варьирования $x_{1;0} = \lg 2,0 = 0,301$;

→ интервал рассчитывался по формуле:

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

→ тогда кодированное значение диаметра режущего инструмента (d_n) вычисляем по формуле:

$$z_1 = \frac{\lg d_n - 0,301}{0,2386}. \quad (3)$$

Аналогично были определены значения z_2 и z_3 , которые приведены в табл. 2.

По результатам эксперимента рассчитаны коэффициенты регрессии и получены исходные математические модели полей рассеяния размеров от базы и позиционных отклонений.

Таблица 1

Область изменения независимых факторов при сверлении отверстий силовой головкой без направления режущего инструмента

Уровень варьирования	Независимые факторы и их алгоритмы					
	Диаметр инструмента		Твердость обрабатываемого материала		Вылет режущего инструмента	
	\bar{x}_1	x_1	\bar{x}_2	x_2	\bar{x}_3	x_3
	d_n , мм	$\lg d_n$	HB , МПа	$\lg HB$	l_n , мм	$\lg l_n$
Верхний (+1)	3,0	0,4771	1930	3,2856	30	1,4771
Нулевой (0)	2,0	0,301	1240	3,0934	23	1,3617
Нижний (-1)	1,0	0	550	2,7404	16	1,2041
Интервал варьирования	—	0,2386	—	0,2726	—	0,1365

Таблица 2

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	$(\lg HB - 0,30934)/0,2726$
Вылет режущего инструмента	z_3	$(\lg l_{и} - 1,3617)/0,1365$

Таблица 4

Удельный вес факторов влияющих на рассеяние координированных размеров

Факторы	Удельный вес факторов, в %	
	ω_b	ω_o
$d_{и}$	13,35	11,0
HB	34,5	33,0
$l_{и}$	35	39,0

В результате статистического анализа полученных уравнений установлено, что гипотезу об адекватности представления результатов исследования точности обработки заготовок без направления режущего инструмента можно считать правильной т. к. проверки по критерию Фишера (F) и критерию Стьюдента (t) показали, что значение этих критериев меньше табличных (табл. 3).

После преобразования кодовых значений уравнений в логарифмические и после потенцирования получены зависимости для практических полей рассеяния размеров от базы:

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

и позиционных отклонений осей отверстий

$$\omega_o = 0,863 \frac{HB^{1,06} \cdot l_{и}^{0,72}}{d_{и}^{0,91} \lg HB - 2,63} \quad (5)$$

Получение зависимости можно использовать при следующих пределах исследуемых факторов: твердость обрабатываемого материала $HB = (500 \div 2500)$ МПа, диаметр режущего инструмента $d_{и} = (0,8 \div 3,5)$ мм, вылет инструмента $l_{и} = (8 \div 40)$ мм.

Удельный вес влияния исследуемых факторов на точность координированных размеров при нулевом уровне варьирования представлен в табл. 4.

Из таблицы видно, что наибольшее влияние оказывает вылет режущего инструмента ($35 \div 39$) %. Влияние диаметра режущего инструмента сказывается в меньшей степени и составляет от 11 % до 13 %. Механические свойства обрабатываемого материала оказывают также существенное влияние (от 33 % до 34,5 %). Графики изменения полей рассеяния ω_b и ω_o в зависимости от диаметра сверл представлены на рис. 1.

Вывод

Получены зависимости для практических полей рассеяния размеров от базы и позиционных отклонений осей отверстий, которые можно использовать при следующих пределах исследуемых факторов: твердость обрабатываемого материала

Таблица 3

Параметры статистического анализа математических моделей при сверлении отверстий без направления режущего инструмента

№ п/п	Параметры статистического анализа	Обозначение параметра	Значение параметров для моделей	
			y_b	y_o
1.	Дисперсия ошибки опыта	$S_{оп}$	0,000259	0,000094
2.	Дисперсия ошибки определения коэффициентов регрессии	$S_{вi}^2$	0,000031	0,000012
3.	Доверительный интервал для коэффициентов регрессии	Δv_i	0,0239	0,034
4.	Дисперсия, характеризующая неадекватность математической модели	$S_{на}^2$	0,00101	0,00246
5.	Критерий Фишера ($F_{табл.} = 99,0$ при 3 % уровне значимости)	F	4,11	26,12
6.	Критерий Стьюдента ($t_{табл.} = 9,925$ при 1 % уровне значимости)	t	9,49	6,626

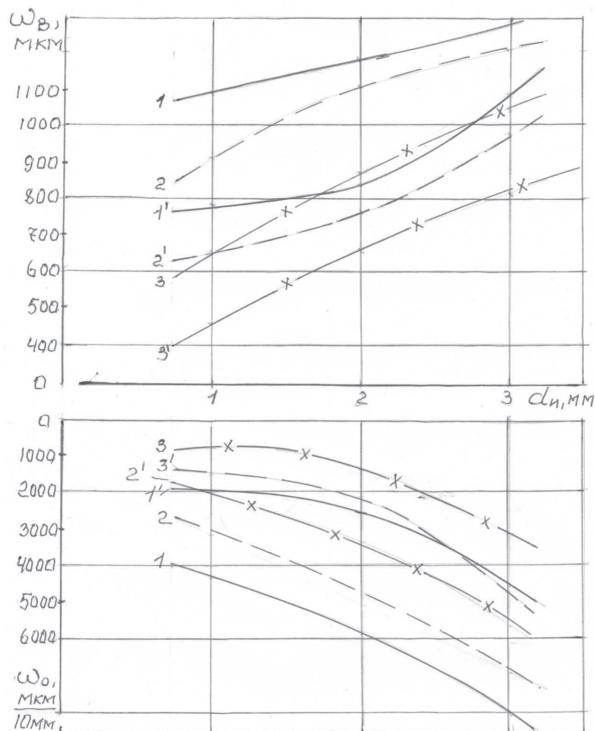


Рис. 1. Графики изменения полей рассеяние ω_b и ω_o в зависимости от диаметра сверл

$HВ = (500 \div 2500)$ МПа, диаметр режущего инструмента $d_{и} = (0,8 \div 3,5)$ мм, вылет инструмента $l_{и} = (8 \div 40)$ мм. Результаты эксперимента показали, что наибольшее влияние оказывает вылет режущего инструмента. Влияние диаметра режущего инструмента сказывается в меньшей степени, и механические свойства обрабатываемого материала оказывают также существенное влияние.

Литература

1. Исследование точности обработки деталей на агрегатных станках с применением различных технологических схем: отчет о НИР (итоговый) [Текст] / УЗПИ : рук. Э. А. Пашенко, В. А. Чепела. — Инн. № Б979436.1. — Харьков, 1980. — 132 с.
2. Справочник технолога по автоматическим линиям [Текст] / под ред. А. Г. Косиловой. — М. : Машиностроение, 1982. — 320 с.
3. Душинский В. В. Оптимизация технологических процессов в машиностроении [Текст] / В. В. Душинский, Е. С. Пуховский, С. Г. Радченко; под. ред. Г. Э. Туурита. — Киев : Техника, 1977. — 176 с.

УДК 621.923

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Жовтобрюх Валерий Алексеевич

директор ООО «Технический центр «ВариУс», спуск Калинина, 10, г. Днепропетровск, 49038

Контактный тел.: 050-320-27-04, (056) 790-06-78

E-mail: td@varius.com.ua

Виконано вибір оптимальних параметрів механічної обробки деталей машин по критерію найменшої собівартості обробки. Наведено конкретні практичні рекомендації по підвищенню техніко-економічних показників обробки.

Ключові слова: собівартість обробки, режим різання, інструмент.

Произведен выбор оптимальных параметров механической обработки деталей машин по критерию наименьшей себестоимости обработки. Даны конкретные практические рекомендации по повышению технико-экономических показателей обработки.

Ключевые слова: себестоимость обработки, режим резания, инструмент.

Choice of the optimal parameters of mechanical treatment of machine parts by the lowest cost of treatment is done. Concrete and practical recommendations for improving the technical and economic parameters of treatment are given.

Keywords: cost of treatment, mode of cutting, tool.

1. Введение

Исследования, о которых идет речь в статье, относятся к области технологии машиностроения.

Одним из актуальных вопросов, посвященных повышению эффективности механической обработки является определение условий снижения себестоимости и повышения производительности