

УДК 621.924.5  
 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ  
 НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ С ЧПУ

Х. У. АКБАРОВ, Т. Х. АКБАРОВ  
 Андижанский машиностроительный институт  
 Андижан, Узбекистан

В машиностроительном производстве в связи с повышением требований к точности изготовления деталей находят широкое применение прецизионные станки с ЧПУ, встраиваемые в ГПС.

Анализ условий эксплуатации прецизионных токарных станков показывает, что в производственных условиях могут возникать самые разнообразные технологические ситуации. Поэтому возникает необходимость в изыскании методов, позволяющих обеспечить заданную точность обработки без снижения производительности.

Математическая модель процесса обработки позволяет получить характеристики погрешностей обработки и основных факторов, порождающих эти погрешности. Однако модель не дает представления о характере изменения размеров деталей в порядке последовательной обработки их на станке, знание этих закономерностей приобретает особую роль при решении задач управления точностью.

Вывести эти закономерности позволяет математическая модель погрешностей обработки.

Для построения математической модели погрешностей обработки была произведена обточка партии из 31 заготовки из стали 40Х.

Обработка производилась на токарном станке с ЧПУ одним резцом из ВК6М, имеющим геометрические параметры  $\phi = 100^\circ$ ,  $\phi_1 = 10^\circ$ ,  $\delta = 17^\circ$ ,  $\alpha = 13^\circ$ ,  $\alpha_1 = 22^\circ$ ,  $\lambda = +6^\circ$ , при одной настройке на размер 9,000 мм с режимом резания,  $V = 60$  м/мин,  $S_0 = 0,04$  мм/об,  $t = 0,5$  мм.

В порядке схода со станка измерялись диаметры обработанных поверхностей с помощью цифровой растровой измерительной системы модели I9000, ТУ2-034-206-83.

Результаты эксперимента представлены в виде точечной диаграммы.

По виду точечной диаграммы можно, хотя и грубо, судить о поведении процесса обработки во времени. Смещения центров рассеивания (уровня настройки) определяют систематическую составляющую суммарной погрешности обработки, а рассеивание размеров относительно линии смещения центров рассеивания – случайную составляющую.

Для математического описания поведения процесса обработки отклонение размеров последовательно обработанных деталей следует рассматривать как некоторую случайную функцию  $Y(t)$  порядкового номера детали  $t_n = n$ . В тех случаях, когда параметр  $t$  может принимать лишь



дискретные значения  $t = t_n = nh$ ,  $h = 1$ , случайная функция  $Y(t)$  является случайной последовательностью, которую обозначим  $\{y_n\}$ ,  $n = 1, 2, \dots$ , полагая  $Y(t) = \{y_n\}$ . При таком подходе точечную диаграмму следуют рассматривать как реализацию случайной последовательности отклонений размеров обработанных деталей  $\{y_n\}$ ,  $n = 1, 2, \dots, N$ , где  $N$  – число обработанных деталей.

При этом возникает удобный критерий качества разделения суммарных погрешностей обработки – степень коррелированности отклонений от систематической составляющей.

В этом случае систематическую составляющую  $u_n$  можно представить в виде

$$u_n = A\{n\}; \quad y_n = z_n + u_n,$$

где  $A\{\}$  – оператор преобразования;  $y_n$  – исходная последовательность;  $n$  – порядковый номер обработанной детали.

Задача упрощается при допущении, что систематическая составляющая изменяется по линейному закону. Тогда выражение для систематической составляющей можно записать в виде уравнения линейной регрессии

$$u_n = a_0 + a_1 n.$$

Оценку коэффициентов  $a_0$ ,  $a_1$  можно осуществить по методу наименьших квадратов, при этом среднее квадратическое отклонение от систематической составляющей может быть оценено по формуле

$$\varepsilon_z = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (y_n - a_0 - a_1 n)^2}{N - 1}}.$$

В данном случае, когда условие некоррелированности отклонений от прямой выполняется, этот способ дает единственное решение задачи разделения погрешностей. При этом величина  $\varepsilon_z$  совпадает с дисперсией мгновенного распределения погрешностей. В результате обработки экспериментальных данных получена следующая математическая модель погрешностей обработки на токарных станках с ЧПУ:

$$\begin{cases} y_n = z_n + 0,0034879 + 0,0000988n; \\ \varepsilon_z = 0,0018. \end{cases}$$

Таким образом, построенная математическая модель погрешностей обработки позволяет оценить величины систематической и случайной составляющих суммарной погрешности, определить соотношение между ними, что способствует повышению надежности выбора принципа



управления при решении задачи повышения точности механической обработки.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Невельсон, М. С.** Автоматическое управление точностью обработки на металлорежущих станках / М. С. Невельсон. – Ленинград: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 184 с.

