

А. Г. Неизвестных, к-т. техн. наук, Е. Г. Крылов, к-т. техн. наук

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Волгоградский государственный технический университет, arr@mail.ru

Описано определение баланса точности станков с ЧПУ и необходимого корректирующего воздействия при применении систем адаптивного управления.

Ключевые слова: точность обработки на станках с ЧПУ

Determination of accuracy balance of NC machines and needed corrective action on application of adaptive management systems is described.

Key words: working accuracy of NC machines

Технологические возможности станков с ЧПУ позволяют организовать высокую

концентрацию операций и обеспечить обработку заготовки с высокой точностью. Точность станков с ЧПУ нормируется и выявляется в ходе соответствующих проверок общих для всех типов металлорежущих станков. Кроме того, для станков с ЧПУ выполняются дополнительные проверки:

- на точность линейного позиционирования рабочих органов станка;
- величину зоны нечувствительности (отставание в смещении рабочих органов станка при смене направления движения);
- точность возврата рабочих органов станка в заданную точку;
- стабильность положения инструментов после автоматической смены.

Одним из основных показателей точности станка с ЧПУ является дискретность отсчета по координатам, определяющая минимальное перемещение рабочих органов станка при выведении их в наладочное положение. Однако величина дискретности является только одной составляющей поля рассеивания размеров Δ_p . Поэтому фактическая точность обработки по координатам на станках с ЧПУ ниже величины дискретности [1, 2].

Размеры и конфигурация заготовок, качество материала, способы установки и последовательность обработки поверхностей, геометрия режущего инструмента, режимы резания оказывают существенное влияние на точность и производительность обработки. По аналогии со станками с ручным управлением, баланс точности обработки на станке с ЧПУ определяется по зависимости:

$$\Delta_p = k \sqrt{\varepsilon_{уст}^2 + \Delta_{р.настр}^2 + \Delta_{р.чпу}^2 + \Delta_{р.у}^2}, \quad (1)$$

где $\varepsilon_{уст}$ – поле погрешности установки; $\Delta_{р.настр}$ – поле погрешности настройки; $\Delta_{р.чпу}$ – поле погрешности системы ЧПУ; $\Delta_{р.у}$ – поле погрешности размеров от упругих деформаций.

Поле погрешности установки оказывает значительное влияние на величины погрешностей обрабатываемых поверхностей детали

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2}, \quad (2)$$

где ε_6 – поле погрешности базирования, возникающее от несовпадения технологических и конструкторских баз; ε_3 – поле погрешности закрепления, возникающее от колебания величины усилия закрепления и качества поверхностного слоя заготовки; ε_n – поле погрешнос-

ти, вызываемое погрешностью изготовления приспособления, установкой его элементов и их износом в процессе эксплуатации.

Для уменьшения составляющих $\varepsilon_{уст}$ при разработке технологических процессов на станках с ЧПУ следует стремиться к совмещению технологических и конструкторских баз, в этом случае $\varepsilon_6 = 0$. Величину поля ε_3 уменьшают за счет предварительной обработки установочных поверхностей детали. Составляющая погрешность ε_n может быть устранена соответствующей настройкой станка.

При обработке заготовок типа валов на станках с ЧПУ токарной группы поле погрешности установки $\varepsilon_{уст}$ зависит в основном от точности изготовления центровых отверстий. Допуск на глубину центровых гнезд входит в допуск осевых размеров вала как погрешность базирования. Отклонение от круглости отверстий центровых гнезд влияет на точность формы обрабатываемых поверхностей вала в поперечном сечении.

Погрешность настройки $\Delta_{р.настр}$ относится к разряду доминирующих погрешностей. Режущие инструменты предварительно устанавливаются вне станка в инструментальные блоки, а затем на станке настраиваются на нулевую точку, являющуюся началом отсчета цикла обработки.

В этом случае поле погрешности настройки зависит от четырех составляющих:

$$\Delta_{р.настр} = k \sqrt{\Delta_{р.н.н}^2 + \Delta_{р.н.б}^2 + \Delta_{р.н.ф}^2 + \Delta_{р.н.и}^2}, \quad (3)$$

где $\Delta_{р.н.н}$ – поле погрешности предварительной настройки инструмента в блоке; $\Delta_{р.н.б}$ – поле погрешности установки блока на станке; $\Delta_{р.н.и}$ – поле погрешности фиксации поворотного резцедержателя или револьверной головки станка; $\Delta_{р.н.ф}$ – поле погрешности измерений при настройке станка.

Погрешность размеров детали, вызванная погрешностью $\Delta_{р.чпу}$ системы ЧПУ; складывается из составляющих, связанных с погрешностями подготовки управляющих программ $\Delta_{р.п}$ и их воспроизведения $\Delta_{р.в}$. Первая составляющая зависит от погрешностей программирования $\Delta_{р.п.п}$ и интерполяции $\Delta_{р.п.и}$

$$\Delta_{р.п} = k \sqrt{\Delta_{р.п.п}^2 + \Delta_{р.п.и}^2}, \quad (4)$$

где $\Delta_{р.п.п}$ – поле погрешности программирования; $\Delta_{р.п.и}$ – поле погрешности интерполяции.

Вторая составляющая образуется погрешностями привода станка $\Delta_{р.в.пр}$, механизма по-

дачи $\Delta_{р.в.п}$ и позиционирования $\Delta_{р.в.поз}$

$$\Delta_{р.в} = k \sqrt{\Delta_{р.в.пр}^2 + \Delta_{р.в.п}^2 + \Delta_{р.в.поз}^2}, \quad (5)$$

где $\Delta_{р.в.пр}$ – поле погрешности привода станка; $\Delta_{р.в.п}$ – поле погрешности механизма подачи; $\Delta_{р.в.поз}$ – поле погрешности позиционирования рабочих органов станка.

Погрешность программирования $\Delta_{р.п.п}$ состоит из погрешностей аппроксимации, округления результатов вычислений и влияния радиуса при вершине резца. Если учесть возможность их образования, то частично их можно исключить из баланса точности.

Погрешность привода станка $\Delta_{р.в.пр}$ определяется точностью системы программного управления и конструкцией привода подач рабочих органов станка.

Погрешность механизма подачи $\Delta_{р.в.п}$ обусловлена погрешностью изготовления ходового винта, наличием мертвых ходов шарико-винтовой пары и накопленной ошибкой зубчатых колес редукторов и передач по отношению к датчикам обратной связи.

Погрешность позиционирования рабочих органов станка $\Delta_{р.в.поз}$ возникает в результате нестабильности сил и моментов трения в направляющих при пуске и остановке станка.

Корректировка наладочного положения инструмента и траектории его перемещения необходима при обработке на станке партии одинаковых деталей, когда возникает вероятность превышения суммарной погрешности обработки допусков на размеры детали. Использование адаптивных систем управления позволяет решить эту задачу и тем самым повысить точность обработки.

Расчет баланса точности чистовой обработки на станках с ЧПУ позволяет определить отклонение Δ_p фактического значения L_ϕ наладочного размера от заданного значения L_3 . Корректировка наладочного размера до значения L_3 осуществляется следующим образом (см. рисунок). После обработки первой детали из партии производится расчет баланса точности, и полученная величина Δ_p сравнивается с величиной поля допуска наладочного размера $\Delta_{н.р}$.

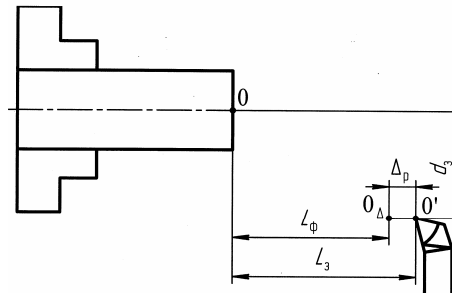


Схема поднастройки наладочного размера

В случае если Δ_p превышает $\Delta_{н.р}$, то система управления определяет число корректирующих импульсов, необходимое для обеспечения равенства фактического и заданного наладочного размера, которое отрабатывается приводом подач станка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комиссаров, В. И. Точность, производительность и надежность в системах проектирования технологических процессов / В. И. Комиссаров, В. И. Леонтьев. – М.: Машиностроение, 1985. – 425 с.
2. Соломенцев, Ю. М. Управление гибкими производственными системами / Ю. М. Соломенцев, В. Л. Сосонкин. – М.: Машиностроение, 1985. – 352 с.