

6. Управление точностью установки заготовок на многоцелевых станках.

На обычных станках и на станках с ЧПУ, обслуживаемых рабочим, функции управления и контроля за ходом процесса выполняет рабочий. Подобные задачи на многоцелевых и на станках в гибких производственных системах (ГПС), работающих в режиме безлюдной технологии решаются с помощью систем управления. Эти задачи включают управление точностью установки, коррекцию статической настройки в исходном положении и по результатам измерения детали, управление режимами на различных переходах и оценку состояния режущего инструмента на станке. Все это означает требование комплексного управления размерными связями гибких технологических систем на всех трех этапах достижения точности [1].

Необходимость такого управления требует создания на базе микропроцессорной техники автоматических систем, реализующих принципы адаптивного управления на различных этапах достижения точности, включая установку, статическую и динамическую настройку станка. Для решения этих технологических задач на станках с ЧПУ применяют специально создаваемые информационно-измерительные системы, которые представляют собой отдельные функциональные блоки компьютерной системы ЧПУ (CNC).

Создание систем автоматического управления точностью установки заготовок и спутников на станках необходимо в тех случаях, когда отклонения, формируемые на этапе установки, не позволяют обеспечить высокую точность обработки деталей. Принцип работы таких систем заключается в измерении составляющих вектора погрешности установки ω_y и внесения соответствующей коррекции в управляющую программу для компенсации отклонений, возникающих на этапе установки заготовки, спутника и режущего инструмента.

Автоматическая оценка фактической точности положения спутника и заготовки на рабочей позиции многоцелевого станка осуществляется с помощью измерительного щупа (измерительной головки). Перед обработкой, после установки заготовки или спутника на рабочую позицию станка, щуп из позиции инструментального магазина автоматически устанавливается в шпиндель станка для выполнения измерений. Процесс измерения выполняется по определенному циклу, заложенному в управляющей программе станка. Для определения всех шести параметров вектора погрешности установки

$$\omega_y = (a_y, b_y, c_y, \lambda_y, \beta_y, \gamma_y)$$

измерения в общем случае необходимо выполнять в шести точках.

На рис. 1 а. представлена схема измерения точности пространственного положения спутника с заготовкой при установке его на рабочую позицию станка.

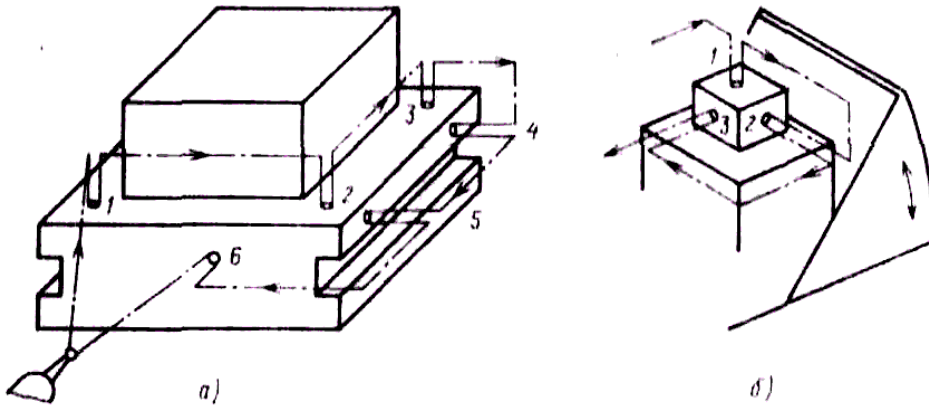


Рис.1

Измерения выполняются последовательно в шести контрольных точках. Участки расположения контрольных точек на спутнике выбирают заранее. При этом предусматривают меры защиты, исключающие их повреждение.

Параметры погрешности установки спутника c_y, λ_y, β_y , формируемые по установочной базе, на которой располагаются три теоретические опорные точки, определяют согласно матричному выражению:

$$\begin{vmatrix} c_y \\ \lambda_y \\ \beta_y \end{vmatrix} = \frac{1}{C} \begin{vmatrix} (x_2 y_3 - x_3 y_2) & (x_3 y_1 - x_1 y_3) & (x_1 y_2 - x_2 y_1) \\ (x_3 - x_2) & (x_1 - x_3) & (x_2 - x_1) \\ (y_3 - y_2) & (y_1 - y_3) & (y_2 - y_1) \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} \Delta z_1 \\ \Delta z_2 \\ \Delta z_3 \end{vmatrix} \quad (1),$$

где C – определитель:

$$C = \begin{vmatrix} 1 & y_1 & -x_1 \\ 1 & y_2 & -x_2 \\ 1 & y_3 & -x_3 \end{vmatrix}$$

В приведенном выражении координаты $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$ определяют положение точек измерения на установочной базе спутника (плоскость XOY), а $\Delta z_1, \Delta z_2, \Delta z_3$ представляют собой отклонения, фиксируемые измерительным щупом в точках измерения.

Таким образом, для оценки трех параметров погрешности установки c_y, λ_y, β_y , формируемых по установочной базе, измерения необходимо выполнять в трех точках 1, 2, 3. При этом для повышения точности измерения желательно программировать расположение точек с наибольшим удалением их друг от друга по площади контролируемой поверхности.

Для определения параметров погрешности установки b_y, γ_y , формируемых на направляющей базе измерения необходимо выполнять в двух точках 4, 5 (плоскость XOZ). Составляющие вектора погрешности установки b_y, γ_y , рассчитывают при этом по формуле:

$$\begin{vmatrix} b_y \\ \gamma_y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -\frac{x_5}{x_5 - x_4} & \frac{x_4}{x_5 - x_4} \\ 1 & 1 \\ -\frac{x_5}{x_5 - x_4} & \frac{x_4}{x_5 - x_4} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} \Delta y_4 \\ \Delta y_5 \end{vmatrix} \quad (2),$$

где x_4, x_5 - координаты точек измерения;

$\Delta y_4, \Delta y_5$ - отклонения размеров в точках измерения.

Для оценки параметра погрешности установки a_y , формируемого от опорной базы (плоскость YOZ), на которой располагается одна теоретическая опорная точка, измерения необходимо выполнять в одной точке 6. При этом составляющая погрешности установки составит $a_y = \Delta x_6$.

Для упрощения цикла измерения точность положения спутника оценивают по результатам измерения не шести, а меньшего числа точек. На рис. 1 б приведена схема измерения по трем точкам. Для этого на краю спутника установлен защищенный кожухом куб с измерительными базами. Такая схема измерения позволяет оценить положение спутника в направлении трех координатных осей без учета угловых отклонений $\lambda_y, \beta_y, \gamma_y$

$$a_y^* = \Delta x_3, \quad b_y^* = \Delta y_2, \quad c_y^* = \Delta z_1.$$

При необходимости получения оценки положения спутника только по высоте c_y измерение выполняют в точке I по одной координате $c_y = \Delta z_1$.

На основе результатов измерения фактической точности установки спутника и заготовки в размеры статической настройки, заданные в управляющей программе, вводится соответствующая коррекция. Алгоритм работы такой системы определяют три основных модуля. Переходы модуля I составляют программу измерений $\Delta x_i, \Delta y_i, \Delta z_i$, выполняемых на станке с помощью измерительного щупа. Переходы модуля II образуют программу расчета отклонений параметров положения заготовки и спутника. Переходы модуля III определяют процедуру внесения необходимой коррекции в управляющую программы с целью учета фактического положения заготовки на станке.

Список литературы:

1. Проектирование технологии автоматизированного машиностроения /Под ред. Соломенцева Ю.М. М.:Высшая школа, 1999. 416с.