

УДК 621.9

М.Л. Евенко, К.В. Никифоров

## ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

Рассмотрены вопросы определения величины координатных перемещений режущего инструмента для станков с ЧПУ.

Одним из этапов подготовки управляющей информации для станков с ЧПУ является расчет координат опорных точек и величин перемещений по координатам. Программирование перемещений осуществляется обычно от исходной точки, которую выбирают из условия минимальных холостых ходов и беспрепятственной смены инструмента в соответствующем положении.

При расчете координат величин врезания  $l_{ep}$  и перебега  $l_n$  инструмента обычно принимают равными 1...3 мм. Это приводит к тому, что в ряде случаев эти величины оказываются либо заниженными, что является причиной столкновения инструмента с деталью, либо завышенными, что приводит к увеличению основного времени, затрачиваемого на обработку поверхности.

Для исключения этого предлагается величины врезания  $l_{ep}$  и перебега  $l_n$  рассчитывать с учетом конкретных условий выполнения процесса обработки, привлекая информацию о точностных характеристиках заготовки, станка, инструмента и приспособления.

Определим величины координатных перемещений, используя данные о точностных характеристиках технологического процесса и методику размерного анализа. В качестве примера рассмотрим процесс растачивания основного отверстия станины электродвигателя на станке с ЧПУ модели IP500MФ4.

Координаты  $Z_H$  начала и конца  $Z_K$  рабочего хода при обработке (растачивании основного отверстия в станине электродвигателя) на многооперационном станке с горизонтальной компоновкой, схема которой представлена на рис. 1, определяются из выражений:

$$Z_H = Z_4 + Z_5 - Z_6 - Z_7 - l_{ep}; \quad (1)$$

$$Z_K = Z_H + l_{ep} + l_p + l_n, \quad (2)$$

где  $Z_4$  - положение исходной точки относительно исполнительной поверхности приспособления, мм;  $Z_5$  - размер установки детали в приспособлении, мм;  $Z_6$  - размер установки приспособления на полете, мм;  $Z_7$  - размер заготовки, мм;  $l_{ep}$  - величина врезания инструмента, мм;  $l_p$  - длина обрабатываемой поверхности, мм;  $l_n$  - величина перебега инструмента, мм.

Для определения обоснованных значений величин врезания  $l_{ep}$  и перебега  $l_n$  предлагается их расчет производить по формулам, которые для случая растачивания, исходя из схемы размерных связей (рис. 1), имеют вид:

$$l_{ep} = \omega Z_7 + \omega Z_6 + \omega Z_5 + \omega Z_4 + \omega Z_3 + \omega Z_2 + \omega Z_1; \quad (3)$$

$$l_n = \omega Z_8 + \omega Z_6 + \omega Z_5 + \omega Z_4 + \omega Z_3 + \omega Z_2 + \omega Z_1, \quad (4)$$

где  $\omega Z_7$ ,  $\omega Z_8$  - погрешность размеров заготовки, мм;  $\omega Z_6$  - погрешность установки приспособления с деталью на полете, мм;  $\omega Z_5$  - погрешность установки детали в приспособлении,

собление, мм;  $\omega Z_4$  - погрешность настройки исходной точки, мм;  $\omega Z_3$  - погрешность позиционирования исполнительных органов станка, мм;  $\omega Z_2$  - погрешность установки инструмента в шпинделе станка, мм;  $\omega Z_1$  - погрешность настройки расточной оправки вне станка, мм.

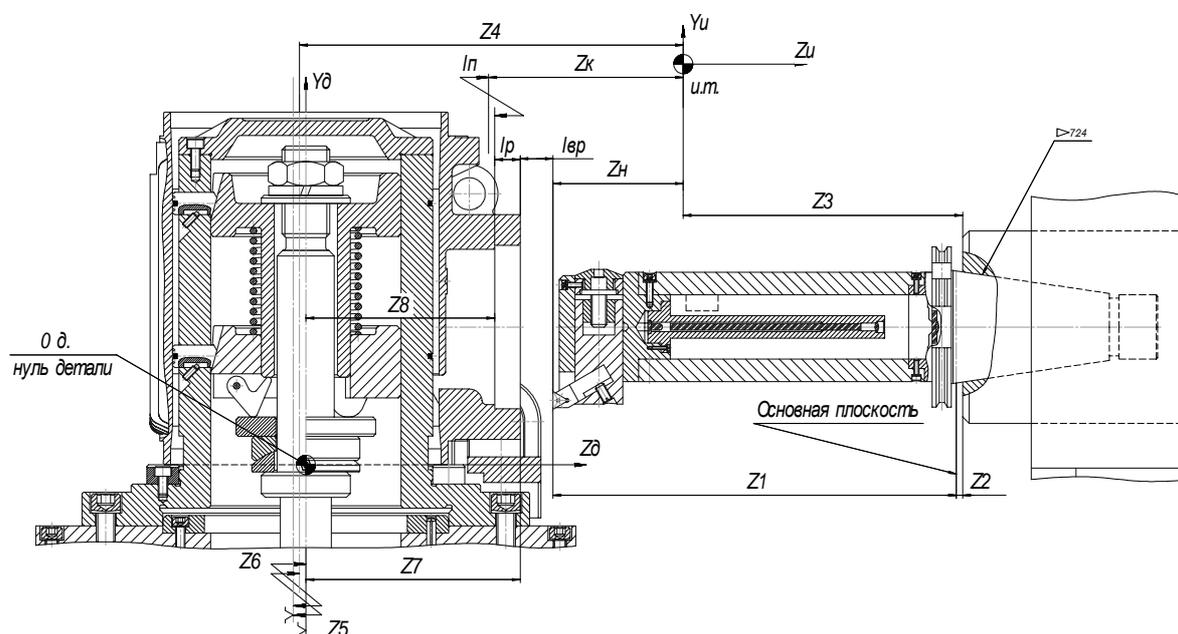


Рис. 1. Схема размерных связей при растачивании

В данном случае величина погрешности настройки расточной оправки вне станка  $\omega Z_1$  является составляющим звеном при определении величин врезания  $l_{ep}$  и перебега  $l_n$ . Однако величина погрешности настройки  $\omega Z_1$  является замыкающим звеном размерной цепи, которая формируется при настройке инструмента. Так как настройка расточной оправки происходит в несколько этапов, то результирующее значение погрешности настройки расточной оправки будет включать погрешности всех составляющих звеньев каждой из размерных цепей, образующихся на каждом этапе настройки расточной оправки.

Схемы размерных связей, возникающих при размерной настройке расточной оправки, изображены на рис. 2 и 3.

В соответствии со схемой, представленной на рис. 2, значение погрешности настройки индикатора на ноль  $\omega Z_{\Delta_{настр}}$  будет определяться как

$$\omega Z_{\Delta_{настр}} = \omega Z_y + \omega Z_{вст} + \omega Z_{к.м} + \omega Z_{инд}, \quad (5)$$

где  $\omega Z_y$  - погрешность установки вставки при настройке индикатора,  $\omega Z_y = 0,015$  мм;  $\omega Z_{вст}$  - погрешность изготовления вставки,  $\omega Z_{вст} = 0,005$  мм;  $\omega Z_{к.м}$  - погрешность блока концевых мер,  $\omega Z_{к.м} = 0,0015$  мм;  $\omega Z_{инд}$  - погрешность индикатора,  $\omega Z_{инд} = 0,032$  мм.

Подставим значения составляющих погрешностей, найденных по [2] и [1] для наиболее неблагоприятных условий, получим, что

$$\omega Z_{\Delta_{настр}} = 0,015 + 0,005 + 0,0015 + 0,032 = 0,0535 \text{ мм.}$$

В соответствии со схемой, представленной на рис. 3, можно записать, что

$$\omega Z_1 = \omega Z_y + \omega Z_{\Delta_{настр}} + \omega Z_{инд}, \quad (6)$$

где  $\omega Z_y$  - погрешность установки вставки при настройке индикатора,  $\omega Z_y = 0,015$  мм;  
 $\omega Z_{\Delta_{настр}}$  - погрешность настройки индикатора на нуль, определенная в результате анализа предыдущей схемы, мм;  $\omega Z_{инд}$  - погрешность индикатора,  $\omega Z_{инд} = 0,032$  мм.

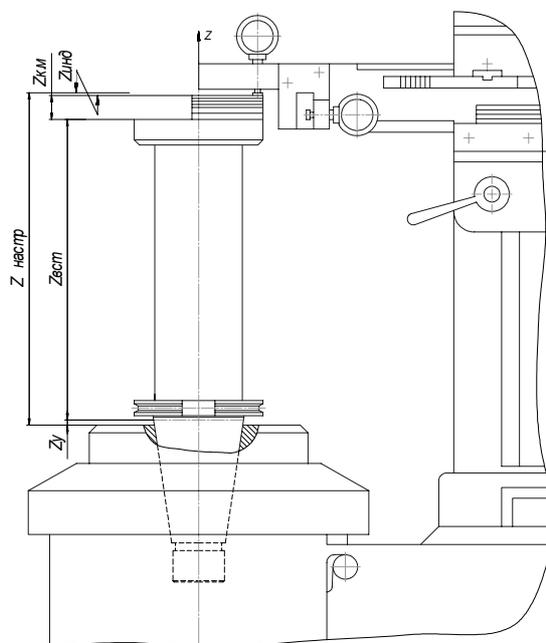


Рис. 2. Схема размерных связей, возникающих при настройке измерительного устройства на нуль

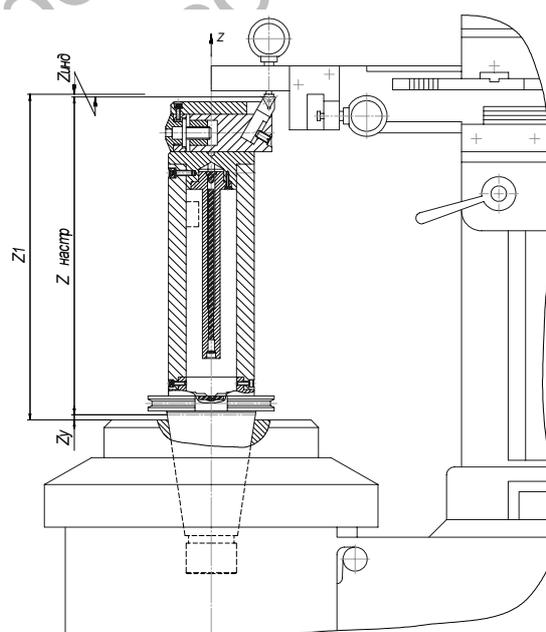


Рис. 3. Схема размерных связей при настройке расточной оправки

Тогда по формуле (6) получим

$$\omega Z_1 = 0,015 + 0,0535 + 0,032 = 0,1005 \text{ мм.}$$

В результате, подставив найденные значения составляющих погрешностей по [2] ( $\omega Z_7 = 0,4$  мм;  $\omega Z_6 = 0,1$  мм;  $\omega Z_5 = 0,12$  мм;  $\omega Z_4 = 0,06$  мм;  $\omega Z_3 = 0,022$  мм;  $\omega Z_2 = 0,015$  мм и  $\omega Z_1 = 0,1005$  мм) в зависимость (3), можно установить, что

$$l_{ep} = 0,4 + 0,1 + 0,12 + 0,06 + 0,022 + 0,015 + 0,1005 = 0,818 \text{ мм.}$$

Таким образом, при дальнейшем проектировании наладки для ОЦ ИР500МФ4 при растачивании глухого отверстия в коробке выводов корпуса электродвигателя целесообразно будет принять  $l_{ep} = 1$  мм. Величина перебега в этом случае будет равна  $l_n = 0$  мм.

Для определения координат начала  $Z_H$  и конца  $Z_K$  рабочего хода по формулам (1) и (2) необходимо также знать положение исходной точки относительно исполнительной поверхности приспособления (по оси  $Z$  - звено  $Z_4$ ), так как именно с этой поверхностью совмещается положение нулевой точки. Положение исходной точки определяют из условия сокращения вспомогательных ходов, обеспечения безопасности смены инструмента и удобства закрепления заготовки на станке.

С учетом этих замечаний, величина звена  $Z_4$  определится как:

$$Z_4 = Z_7 + (L_n + L_{xв})_{\max} + L_3 - L_n, \quad (7)$$

где  $Z_7$  - размер заготовки,  $Z_7 = 130$  мм;  $L_n$  - наладочный размер инструмента с максимальной суммой  $L_n + L_{xв}$  из всех инструментов наладки, мм;  $L_{xв}$  - длина хвостовика инструмента с максимальной суммой  $L_n + L_{xв}$  из всех инструментов наладки, мм;  $L_3$  - величина необходимого дополнительного зазора между стенкой заготовки и торцом инструмента, для его беспрепятственной смены,  $L_3 = 110 \dots 130$  мм.

Величина  $L_n + L_{xв}$  максимальна для расточной динамометрической оправки и составляет

$$L_n + L_{xв} = 254 + 126,8 = 380,8 \text{ мм.}$$

Тогда в соответствии с формулой (7) получим, что

$$Z_4 = 130 + (254 + 126,8) + 109,2 - 254 = 366 \text{ мм.}$$

При этом номинальное значение размера установки детали в приспособление для ОЦ ИР500МФ4  $Z_5 = 0$  мм, а также номинальное значение размера установки этого же приспособления на полете  $Z_6 = 0$  мм.

Таким образом, координаты начала  $Z_H$  и конца  $Z_K$  рабочего хода при растачивании основного отверстия в станине электродвигателя, определяемые по формулам (1) и (2), составят соответственно:

$$Z_H = 366 + 0 - 0 - 130 - 1 = 235 \text{ мм;}$$

$$Z_K = 235 + 1 + 16 + 0 = 252 \text{ мм.}$$

Таким образом, в зависимости от конкретных условий выполнения процесса, привлекая информацию о точностных характеристиках заготовки, станка, инструмента и

приспособления можно определить оптимальные значения величин врезания  $l_{ep}$  и перебега  $l_n$  инструмента, а значит и более точно рассчитывать координаты начала  $Z_H$  и конца  $Z_K$  рабочего хода, которые бы сводили к минимуму затраты времени на подвод и перебеги инструмента, обеспечивая вместе с тем необходимую безопасность процесса обработки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1986. - Т. 1. – 656 с. : ил.
2. **Каштальян, И. А.** Обработка на станках с числовым программным управлением / И. А. Каштальян, В. И. Клевзович. – Мн. : Выш. шк., 1989. - 271 с. : ил.

Белорусско-Российский университет  
РУП завод “Могилевлифтмаш”  
Материал поступил 08.11.2005

**M.L. Yevenko, K.V. Nikiforov**  
**Preparation of controlling information**  
**for tools with NC**  
Belarusian-Russian University  
Mogilevliftmash

Questioners are considered of determination of value of coordinate moving a cutting instrument for tools with NC.