

Допуск межосевого расстояния зубчатой цилиндрической передачи в плоскости расположения колес:

$$T_9 = \frac{1}{K_9} \sqrt{K_{\Delta}^2 T_{\Delta}^2 - K_{\Delta v}^2 T_{\Delta v}^2 - K_{\Delta z}^2 T_{\Delta z}^2 - K_{\Delta f}^2 T_{\Delta f}^2}.$$

УДК 621-192

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ УЗЛОВ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

М. В. Матвеевцева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. И. Михайлов

Приведен анализ погрешности позиционирования узлов станков с ЧПУ плоскостным методом. Разработана методика анализа точности. Получены расчетные зависимости и выполнен их анализ. Приведен пример расчетов.

Ключевые слова: станки с ЧПУ, узлы станков, позиционирование, анализ погрешности.

ANALYSIS OF POSITIONING ERROR OF CNC-MACHINE ASSEMBLY

M. V. Matveentseva

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

Science supervisor M. I. Mikhailov

An analysis of the positioning error of CNC-machine tool components using the planar method is presented. A methodology for analyzing accuracy has been developed. Calculated dependencies were obtained and their analysis was performed. An example of calculations is given.

Keywords: CNC-machines, machine components, positioning, error analysis.

Из-за отклонений точности выполнения размеров деталей возникает погрешность, называемая погрешностью позиционирования. Эта погрешность носит случайный характер, так как зависит от большого количества факторов, каждый из которых в отдельности не удастся заранее определить ни по величине, ни по направлению воздействия.

Рассмотрим нахождение погрешности позиционирования шпиндельной бабки станка с ЧПУ плоскостным методом относительно станины по призматической направляющей.

Для этого определяют координаты точек, относительно которых будет проводиться анализ погрешности позиционирования. Конкретное положение точек определяется экспериментально (рис. 1).

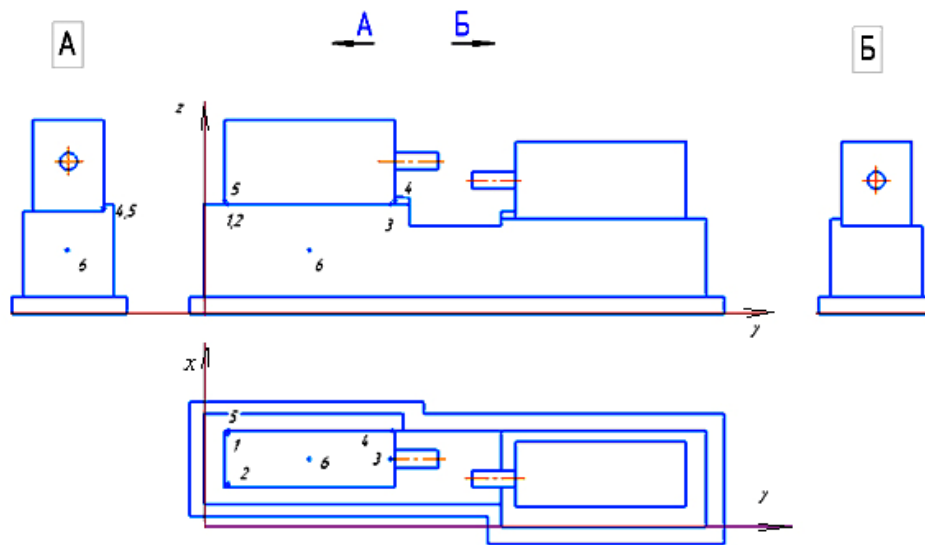


Рис. 1. Расчетная схема

В выбранной системе координат определялось положение точек контакта. Затем формировалось уравнение первой базовой плоскости (расположены точки 1–3):

$$\begin{vmatrix} (x-x_1) & (y-y_1) & (z-z_1) \\ (x_2-x_1) & (y_2-y_1) & (z_2-z_1) \\ (x_3-x_1) & (y_3-y_1) & (z_3-z_1) \end{vmatrix} = 0.$$

Составлялось уравнение второй базовой плоскости (расположены точки 4, 5)

$$\begin{vmatrix} (x-x_4) & (y-y_4) & (z-z_4) \\ (x_5-x_4) & (y_5-y_4) & (z_5-z_4) \\ A_1 & B_1 & C_1 \end{vmatrix} = 0.$$

Составлялось уравнение третьей базовой плоскости (расположена точка 6)

$$\begin{vmatrix} (x-x_6) & (y-y_6) & (z-z_6) \\ A_1 & B_1 & C_1 \\ A_2 & B_2 & C_2 \end{vmatrix} = 0.$$

После полученных расчетов и преобразований получили систему уравнений для вышеперечисленных базовых плоскостей:

$$x_E y_E z_E \begin{cases} A_1 x - B_1 y + C_1 z + D_1 = 0 \\ A_2 x - B_2 y + C_2 z + D_2 = 0 \\ A_3 x - B_3 y + C_3 z + D_3 = 0. \end{cases}$$

При изготовлении и сборке узла возникают погрешности формы и расположения поверхностей, приводящие к появлению новых точек. Использование этих точек формировали новые базовые плоскости.

$$\begin{cases} A'_1x & B'_1y + C'_1 + D'_1 = 0 \\ A'_2x & B'_2y + C'_2 + D'_2 = 0 \\ A'_3x & B'_3y + C'_3 + D'_3 = 0. \end{cases}$$

Решим данную систему и получали новые точки пересечения плоскостей.

По полученным значениям рассчитывалась погрешность позиционирования:

$$\delta = \sqrt{(x - x_{E'})^2 + (y - y_{E'})^2 + (z - z_{E'})^2}.$$

Координаты базовых точек и точек с учетом погрешностей представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Координаты базовых точек

№	x	y	z
1	1144,15	141,85	901,94
2	524,3	141,85	901,94
3	833	1529,0482	901,94
4	1183	1557,51	932,26
5	1183	163,31	932,26
6	833	858,544	523,76

Таблица 2

Координаты базовых точек с учетом погрешностей

№	x	y	z
1	1144,196	141,868	901,98
2	524,33	141,868	901,98
3	833,04	1529,1022	901,98
4	1183,046	1557,564	932,3
5	1183,046	163,49	932,3
6	833,04	858,584	523,79

Для первой базовой плоскости после преобразования (раскрытия определителя и упрощения) получили значения направляющих вектора нормали первой базовой плоскости:

$$A_1 = 0; B_1 = 0; C_1 = -859855,92; D_1 = -75538448,49; z = 901,94.$$

Для второй базовой плоскости:

$$A_2 = 1198811123,664; B_2 = 0; C_2 = 0; D_2 = -1418193559294,512; x = 1183.$$

Для третьей базовой плоскости:

$$A_3 = 0; B_3 = 1030804841644342,49088; C_3 = 0;$$

$$D_3 = 884991311964700379,4900787; y = 858,544.$$

Новые значения направляющих векторов нормали базовых плоскостей:

$$A_1 = 0; B_1 = 0; C_1 = -859899,3146172; D_1 = -775611983,798422056; z = 901,98.$$

$$A_2 = 1198763277,1256584728; B_2 = 0; C_2 = 0;$$

$$D_2 = -14181920999\ 50,4017536\ 121488; x = 1183,046;$$

$$A_3 = 0; B_3 = 1030815710388622,3072009640686\ 1216; C_3 = 0;$$

$$D_3 = 884991311964700379,49007872875\ 3557; y = 858,584.$$

Погрешность позиционирования $\delta = 0,0729109$ мм.

УДК 004.7:339.137.2

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ НА ТРАНСПОРТЕ КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Ю. С. Леонова

*Учреждение образования «Белорусский государственный
университет транспорта», г. Гомель*

Научный руководитель М. М. Колос

Представлен обзор современных датчиков, которые позиционируются как элементы Интернета вещей, используемые на транспорте. Приведены особенности их работы и использования в процессе перевозки грузов на разных видах транспорта. Использование инновационных элементов Интернета вещей позволяет обеспечивать сохранность перевозимых грузов, повышение уровня информационного обеспечения о ходе перевозки и интеграцию транспорта в индустрию 4.0.

Ключевые слова: Интернет вещей, датчик уровня топлива, датчик открытия дверей, электронный замок, запорно-пломбировочное устройство.

THE USE OF ELEMENTS OF THE INTERNET OF THINGS IN TRANSPORT AS A CONDITION FOR INCREASING COMPETITIVENESS

Yu. S. Leonova

Belarusian State University of Transport, Gomel

Science supervisor M. M. Kolos

An overview of modern sensors that are positioned as elements of the Internet of Things used in transport is presented. The features of their operation and use in the process of transporting