

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ ДЕТАЛИ В ТРЕХМЕРНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ ПРИ ЕЁ БАЗИРОВАНИИ И ЗАКРЕПЛЕНИИ В ПРИСПОСОБЛЕНИИ

Болотеин А.Н.

*Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева, г.Рыбинск*

Ключевые слова: базирование, погрешность, система координат приспособления.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы влияния погрешности положения детали в приспособлении на точность её изготовления. Анализируются причины возникновения и методы определения этой погрешности. Предлагается методика её математического описания через определение координат точек обрабатываемой поверхности в системе координат приспособления.

DETERMINATION OF THE WORKPIECE POSITION ACCURACY IN FIXTURE THREE-DIMENSIONAL COORDINATE SYSTEM

Bolotein A.N.

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University, Rybinsk

Keywords: basing, accuracy, fixture coordinate system.

Abstract. The article studies the issues of the influence workpiece position accuracy of the parts in the fixture on the accuracy of its machining. The causes of this accuracy error and methods of determination are analyzed. A technique is proposed for the mathematical description of this error by determining the coordinates of the points of the workpiece in the coordinate system of the fixture.

В процессе проектирования станочных приспособлений одной из основных задач является задача, связанная с выполнением точностных расчётов и определением погрешностей различного вида, которые влияют на получение детали с заданными требованиями и размерами. Одной из таких погрешностей является погрешность положения детали в приспособлении. Эта погрешность является суммарной величиной, в которую входят различные погрешности, так или иначе связанные с конструкцией приспособления, с требованиями по его изготовлению и с условиями эксплуатации, рассчитанные в направлении выдерживаемого операционного размера [1].

Кроме того, в процессе проектирования приспособлений часто возникает необходимость определения требований к изготовлению и сборке приспособления: назначение посадок, допусков на размеры, допусков на расположение поверхностей и т.д. В настоящее время конструктор оснастки в процессе проектирования руководствуется собственным опытом и рекомендациями из справочной литературы [2]. Однако формализация данных рекомендаций часто отсутствует также, как и численная оценка окончательно принятого решения. При переходе на системы автоматизированного проектирования технологической оснастки такие задачи необходимо решать без участия человека. Особенно эта задача актуальна для сложных тонкостенных мало жестких деталей, где

дополнительно требуется учитывать их геометрию и недостаточную жесткость, а также ограничения на места расположения опор и зажимов.

Одним из возможных подходов к решению этих задач является математическое описание особенностей расположения обрабатываемой детали в системе координат приспособления, отклонение которого от требуемого и будет определять погрешность положения. Система координат приспособления строится на основе его поверхностей, участвующих в базировании приспособления на станке или в настройке инструмента. В качестве таких поверхностей могут использоваться поверхности корпуса, установочных шпонок, установов и др. Система координат детали связана с её базовыми поверхностями, участвующими в реализации заданной схемы базирования.

Погрешность положения детали в приспособлении зависит от множества факторов, к которым относят: погрешность изготовления приспособления, износ базирующих элементов, контактные деформации при силовом воздействии и др. [1]. Их учет в большинстве существующих методик выполняется по упрощенной схеме, причем, не учитывая взаимное расположение базирующих и зажимных элементов и их совместное влияние на расположение детали. Так, при базировании детали по трем плоскостям (в координатный угол) её положение в приспособлении будет зависеть от размещения каждой из шести его опор (рис. 1).

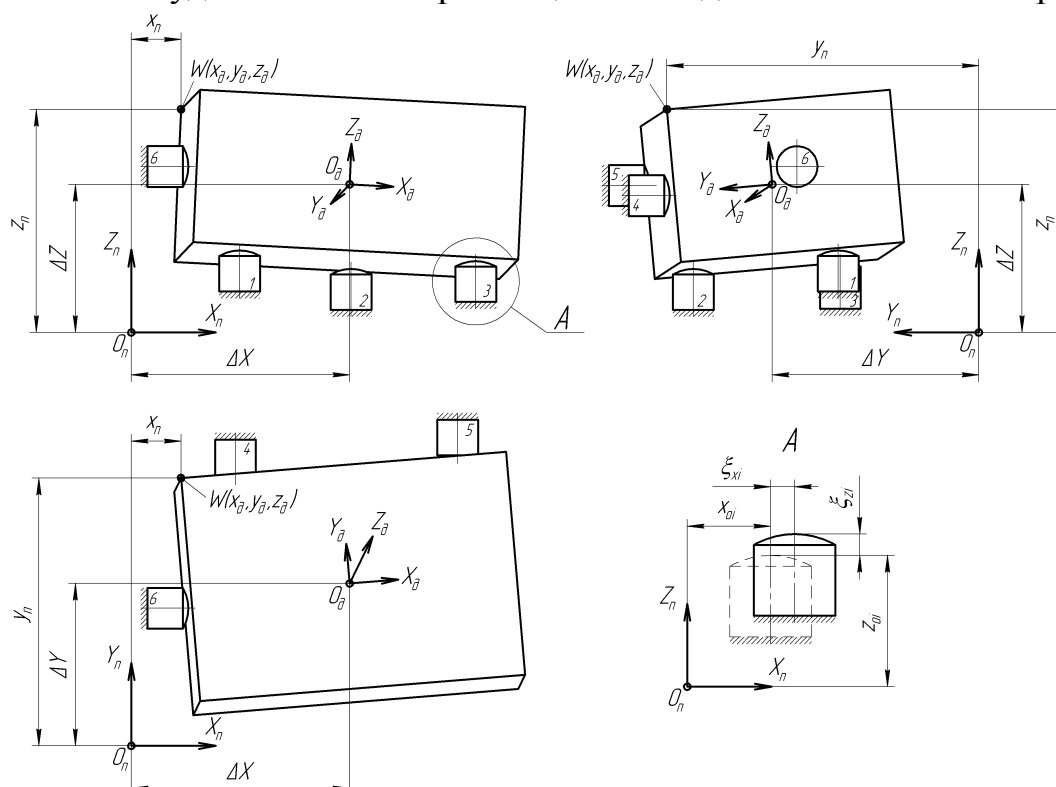


Рис. 1. Погрешность положения детали в системе координат приспособления

Для математического описания пространственного положения детали в системе координат приспособления $X_n Y_n Z_n$ можно записать уравнения для трех её базовых поверхностей. Первая – это плоскость, являющаяся установочной базой детали, образованной тремя опорными точками 1, 2 и 3, вторая – плоскость, являющаяся направляющей базой (точки 4 и 5), третья – плоскость, реализующая опорную базу (точка 6). Например, для установочной плоскости её уравнение

удобно записать через координаты трех известных точек, которыми являются точки её контакта с опорами приспособления, а затем привести его к общему уравнению плоскости:

$$\begin{vmatrix} x - x_1 & y - y_1 & z - z_1 \\ x_2 - x_1 & y_2 - y_1 & z_2 - z_1 \\ x_3 - x_1 & y_3 - y_1 & z_3 - z_1 \end{vmatrix} = A_1x + B_1y + C_1z + D_1 = 0,$$

где x_i, y_i, z_i – координаты точек контакта опор с обрабатываемой деталью в системе координат приспособления ($i = 1, 2, 3$); A_1, B_1, C_1, D_1 – коэффициенты общего уравнения плоскости.

Координаты точек контакта задаются с учетом погрешности расположения и изготовления опор

$$x_i = x_{0i} + \xi_{xi}, \quad y_i = y_{0i} + \xi_{yi}, \quad z_i = z_{0i} + \xi_{zi},$$

где x_{0i}, y_{0i}, z_{0i} – координаты расположения точек контакта в соответствии с требованиями сборочного чертежа приспособления (номинальные значения); $\xi_{xi}, \xi_{yi}, \xi_{zi}$ – смещение точки контакта из-за погрешности сборки приспособления, изготовления опор и их износа (рис. 1).

Похожим образом формируются уравнения для двух других плоскостей, что дает систему из трех уравнений.

$$\begin{cases} A_1x + B_1y + C_1z + D_1 = 0, \\ A_2x + B_2y + C_2z + D_2 = 0, \\ A_3x + B_3y + C_3z + D_3 = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Решение этой системы позволяет определить положение детали в системе координат приспособления, т.е. найти размеры $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$, указанные на рис. 1.

Для определения углов наклона α, β, γ детали относительно координатных плоскостей приспособления (рис. 1) можно воспользоваться следующими зависимостями:

$$\cos \alpha = \frac{|C_1|}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}}, \quad \cos \beta = \frac{|A_1|}{\sqrt{A_3^2 + B_3^2 + C_3^2}}, \quad \cos \gamma = \frac{|B_1|}{\sqrt{A_2^2 + B_2^2 + C_2^2}}. \quad (2)$$

Используя результаты расчётов, полученные на основе зависимостей (1) и (2), можно определить координату любой точки W детали в системе координат приспособления x_n, y_n, z_n по заданным координатам этой точки в системе координат детали $x_\partial, y_\partial, z_\partial$

$$x_n, y_n, z_n = f(x_\partial, y_\partial, z_\partial, \Delta_x, \Delta_y, \Delta_z, \alpha, \beta, \gamma). \quad (3)$$

Такой подход дает возможность расчётного определения погрешности изготовления детали в любых её точках как по высоте, толщине и глубине, так и по взаимному расположению поверхностей. На основе этих расчётов можно назначать требования к изготовлению деталей приспособления и к его сборке, уточнить места расположения опор, оценить влияние износа и его неравномерность по опорам на выполняемый размер. Методика может быть использована в системах автоматизированного проектирования технологической оснастки для моделирования взаимодействия обрабатываемой детали с базирующими и зажимными элементами приспособления.

Список литературы

1. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1971. – 288 с.
2. Микитянский В.В. Точность приспособлений в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1984. – 128 с.

Сведения об авторах:

Болотин Алексей Николаевич – к.т.н., доцент кафедры «Прикладная механика», заместитель декана Авиатехнологического факультета, РГАТУ им. П.А. Соловьева, г.Рыбинск.

УДК 621.9

<https://doi.org/10.26160/2658-6185-2019-2-39-41>**ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ХОДОВОГО ВИНТА
БУРИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ «БУКС-НК»*****Сизова Е.И.***

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
г.Москва*

Ключевые слова: установка бурильная, ходовой винт, точность, механическая обработка, деформация, жесткость, люнет.

Аннотация. В статье рассматриваются особенности механической обработки ходового винта бурильной установки. Показана необходимость усовершенствования техпроцесса изготовления детали с целью снижения трудоемкости обработки и обеспечения требуемых параметров точности поверхностей. Представлены результаты расчета заготовки на жесткость с учетом влияния составляющих силы резания при механической обработке. Проведенные расчеты позволили определить количество люнетов, необходимых для исключения упругих деформаций и обеспечения требуемых параметров точности обрабатываемых поверхностей ходового винта.

**FEATURES OF MECHANICAL PROCESSING OF THE LEAD SCREW OF
THE DRILLING RIG "BUKS-NK»*****Sizova E.I.***

National university of science and technology «MISIS», Moscow

Keywords: drilling rig, lead screw, accuracy, machining, deformation, stiffness, lunette.

Abstract. The article deals with the features of mechanical processing of the lead screw of the drilling rig. The necessity of improving the technological process of manufacturing a low-rigid part in order to reduce the complexity of processing and ensure the required parameters of the accuracy of the surfaces is shown. The results of the calculation of the workpiece stiffness taking into account the influence of the components of the cutting force during turning. The calculations made it possible to determine the number of lunettes necessary to eliminate elastic deformations and ensure the required parameters of the accuracy of the machined surfaces of the propeller.

Установка бурильная стволовая «БУКС-НК» предназначена для механизации бурения шпуров при проходке и углублении вертикальных стволов шахт диаметром от 6 до 9 м. Данный агрегат применяется совместно с грейферными стволовыми породопогрузочными машинами типа КС. В