

УДК 621-192

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ РОБОТА RA605 ПРИ КОНТРОЛЕ РАЗМЕРОВ КОРПУСНОЙ ДЕТАЛИ

Е. С. Лукашенко

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

Научный руководитель М. И. Михайлов

*Рассмотрено решение задачи кинематики при контроле роботом RA605 размеров корпусной детали. Приведена требуемая траектория, отражающая положение измерительной головки в выбранной системе координат. Построена расчетная схема робота, заданы исходные данные для расчета базового положения робота и расположения измерительной головки в точках контроля.*

**Ключевые слова:** контроль, корпусные детали, робот, решение задачи кинематики.

## SOLUTION OF THE PROBLEM OF KINEMATICS OF THE RA605 ROBOT WHEN CONTROLLING THE DIMENSIONS OF THE CASE PART

E. S. Lukashenko

*Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus*

Science supervisor M. I. Mikhailov

*The solution to the kinematics problem when controlling the dimensions of a body part using the RA605 robot is considered. The required trajectory is given, reflecting the position of the measuring head in the selected coordinate system. A design diagram of the robot has been constructed, the initial data for calculating the basic position of the robot and the location of the measuring head at the control points have been specified.*

**Keywords:** control, body parts, robot, solving a kinematics problem.

Задача кинематики манипулятора робота состоит в определении таких законов изменения его обобщенных координат и их производных по времени, которые обеспечат заданные параметры захватного устройства и в частности получение требуемой траектории измерительной головки.

На первом этапе была сформирована принципиальная расчетная схема робота, чтобы отразить перемещения и повороты в сочленения робота (рис. 1).

На втором этапе формировалось матричное выражение, отражающее все перемещения и повороты сочленений робота:

$$a_3(e_1) \cdot a_6(q_1) \cdot a_1(e_{22}) \cdot a_2(e_2) \cdot a_5(q_2) \cdot a_2(e_3) \cdot a_5(q_3) \times \\ \times a_1(e_{44}) \cdot a_1(e_4) \cdot a_4(q_4) \cdot a_2(e_5) \cdot a_5(q_5) \cdot a_1(e_6) \cdot a_4(q_6) \cdot a_1(e_7).$$

Формировалось матричное выражение, отражающее все перемещения и повороты сочленений робота.

$$M_i M_{i+1} M_{i+2} \dots = \begin{bmatrix} \dots & a4 & a5 & a1 \\ \dots & \dots & a6 & a2 \\ \dots & \dots & \dots & a3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix},$$

где  $M_{15} = \begin{bmatrix} \dots & a4 & a5 & a1 \\ \dots & \dots & a6 & a2 \\ \dots & \dots & \dots & a3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$  – общее матричное выражение для расчетной схемы,

$a1$  – положение сварочного элемента робота по оси  $X$ ;  $a2$  – положение сварочного элемента робота по оси  $Y$ ;  $a3$  – положение сварочного элемента робота по оси  $Z$ ;  $a4$  – косинус угла поворота вокруг оси  $X$ ;  $a5$  – косинус угла поворота вокруг оси  $Y$ ;  $a6$  – косинус угла поворота вокруг оси  $Z$ .

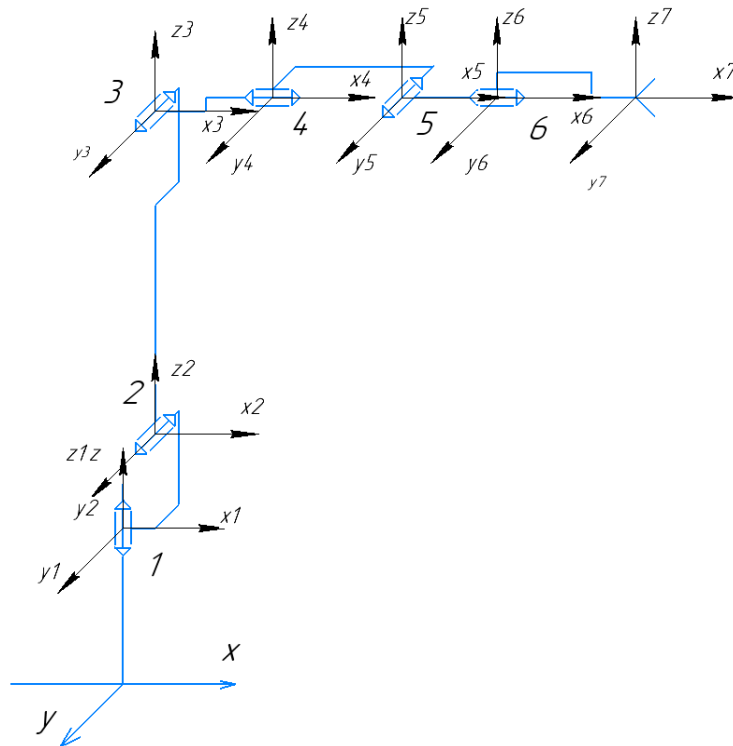


Рис. 1. Расчетная схема

Затем определялись частные производные обобщенной матрицы по каждой из координат:

$$\frac{dM}{dq_i} = \begin{bmatrix} \dots & U_{12} & U_{13} & U_{14} \\ \dots & \dots & U_{23} & U_{24} \\ \dots & \dots & \dots & U_{34} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}.$$

После этого формировалось уравнение, отражающее элемент обобщенной матрицы в виде ряда, в которое подставлялись вместо символов численные значения исходных данных. Исходные данные получались из расчетной схемы зоны измерения (рис. 2, 3).

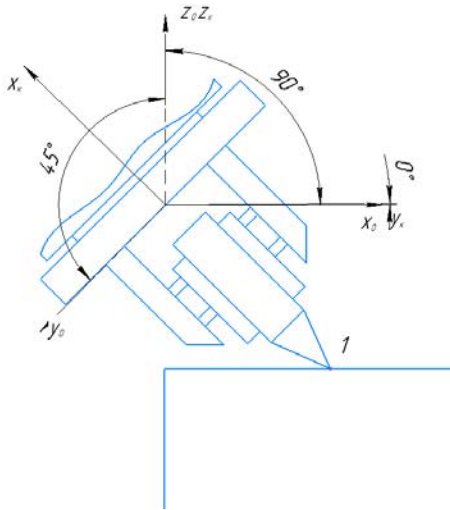


Рис. 2. Рабочая зона

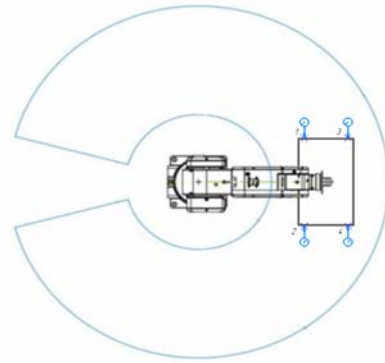


Рис. 3. Точки для измерения размера корпусной детали

Исходные данные для первой точки измерения имели вид:

$$a11 = 168; a12 = 402,5; a13 = 372;$$

$$a14 = 1; a15 = 0; a16 = 0,71.$$

Исходные данные подставлялись в системы уравнений:

$$a11 = a1 + U1_{14} \cdot Q1 + U2_{14} \cdot Q2 + U3_{14} \cdot Q3 + U4_{14} \cdot Q4 + U5_{14} \cdot Q5 + U6_{14} \cdot Q6;$$

$$a12 = a2 + U1_{24} \cdot Q1 + U2_{24} \cdot Q2 + U3_{24} \cdot Q3 + U4_{24} \cdot Q4 + U5_{24} \cdot Q5 + U6_{24} \cdot Q6;$$

$$a13 = a3 + U1_{34} \cdot Q1 + U2_{34} \cdot Q2 + U3_{34} \cdot Q3 + U4_{34} \cdot Q4 + U5_{34} \cdot Q5 + U6_{34} \cdot Q6;$$

$$a14 = a4 + U1_{12} \cdot Q1 + U2_{12} \cdot Q2 + U3_{12} \cdot Q3 + U4_{12} \cdot Q4 + U5_{12} \cdot Q5 + U6_{12} \cdot Q6;$$

$$a15 = a5 + U1_{13} \cdot Q1 + U2_{13} \cdot Q2 + U3_{13} \cdot Q3 + U4_{13} \cdot Q4 + U5_{13} \cdot Q5 + U6_{13} \cdot Q6;$$

$$a16 = a6 + U1_{23} \cdot Q1 + U2_{23} \cdot Q2 + U3_{23} \cdot Q3 + U4_{23} \cdot Q4 + U5_{23} \cdot Q5 + U6_{23} \cdot Q6.$$

Решив систему уравнений, получим обобщенные координатами сочленений робота для первой точки контроля:

$$Q1 = 1,13; Q2 = 2,67; Q3 = -2,709; Q4 = 448,85; Q5 = 4,47; Q6 = -652,42.$$

Затем расчеты повторялись для остальных точек.

Литература

1. Lebedev, A. V. Synthesis of Desirable Trajectories of Dynamic Objects Spatial Movement / A. V. Lebedev // Intelligent Systems and Control : Proc. of Conf, Honolulu, Hawaii, USA, 23–25 aug. 2004. – P. 36–39.
2. Фу, К. Робототехника / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли. – М. : Мир, 1989. – 624 с.

УДК 621

**РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИВОДА ПРИБОРА**

**В. Д. Шереш**

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

Научный руководитель М. И. Михайлов

*Рассмотрен порядок проведения размерного анализа привода прибора. Составлена размерная цепь и выполнен ее анализ методом максимума-минимума с учетом предельных отклонений звеньев.*

**Ключевые слова:** анализ, размерный анализ, анализ привода, привод прибора, прямая задача, допуски, отклонения.

**DIMENSIONAL ANALYSIS OF THE DEVICE DRIVE**

**V. D. Sheresh**

*Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus*

Science supervisor M. I. Mikhailov

*The procedure for conducting dimensional analysis of the device drive is considered. A dimensional chain was compiled and analyzed by the maximum-minimum method, taking into account the maximum deviations of the links.*

**Keywords:** analysis, dimensional analysis, drive analysis, device drive, direct problem, tolerances, deviations.

Размерный анализ сборочной единицы заключается в составлении размерной цепи и решении обратной задачи, заключающейся в определении допусков и предельных отклонений составляющих звеньев по известным размерам замыкающих звеньев.

Целью размерного анализа является обеспечение точности заданных рабочим чертежом размерных связей между поверхностями детали. В процессе проведения размерного анализа с большей эффективностью моделируются и впоследствии уточняются принятые схемы базирования, обоснованно определяются технические размеры.

Размерный анализ сборочной единицы был произведен методом полной взаимозаменяемости. Чтобы обеспечить полную взаимозаменяемость, размерные цепи рассчитывают методом максимума-минимума.

На первом этапе по известному чертежу привода прибора разрабатывалась расчетная схема (рис. 1).