

личен он нуля. В таких случаях говорят о кусочно-полиномиальных или сплайн-функциях.

Полагая, что в начальный момент времени координаты $X = 0$, $Y = 0$, определим, где размещается рассматриваемое волокно (координаты X или Y) в момент времени t . Составим передаточные функции в форме изображений Лапласа: функцию $W1$, устанавливающую связь между координатами X и Y , и функцию $W2$, представляющую дифференциальное уравнение, которое связывает текущие координаты материальной точки – элемента волокна.

В результате исследований установлен закон движения волокна по зубу в процессе расщипывания:

$$\begin{cases} x = 0.0923 \cdot \sinh(54.172 \cdot t) \cdot \exp(-4.49 t), \\ y = 0.078 \cdot \delta(2, t) + 0.718 \cdot \delta(1, t) - 6379.171 \cdot \\ * \sinh(-54.172 \cdot t) \cdot \exp(-4.49 t) + 190.786 \cdot \delta(t). \end{cases} \quad (4)$$

Список использованных источников

1. Ершова, В. В. Импульсные функции. Функции комплексной переменной. Операционное исчисление / В. В. Ершова; под ред. В. И. Азаматовой. – Минск : «Вышэйш. школа», 1976. – 256 с.
2. Баженов, В. А. Строительная механика. Специальный курс. Применение метода граничных элементов / В. А. Баженов [и др.]. – Одесса : Астропринт, 2001. – 288 с.
3. Владимиров, В. С. Обобщенные функции в математической физике / В. С. Владимиров Изд-е 2-е, испр. и дополн. Серия: «Современные физико-математические проблемы», Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука»,. – Москва, 1979. – 320 с.

УДК 687.36.004.12

РАСЧЕТ СКОРОСТИ ЦЕНТРА СХВАТА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА «КОНТУР-002»

О.С. Лысова, А.В. Локтионов

Расчет кинематических и динамических параметров промышленных роботов позволяет оптимизировать его конструктивные параметры и технические возможности. Однако, их расчет с использованием методов, излагаемых в курсе теоретической механики, достаточно затруднителен и связаны с громоздкими математическими расчетами. Представляет значительный интерес расчет кинематических параметров исполнительных механизмов и роботов-манипуляторов с использованием аппарата матриц.

Матричная форма расчета рассмотрена применительно к манипулятору, который представляет собой многосвязный разомкнутый механизм. Он состоит из основания, плеча, предплечья и кисти. Манипулятор с шарнирной кистью имеет пять степеней подвижности, манипулятор с поворотной кистью имеет шесть степеней подвижности.

В процессе исследований проанализирована работа роботов при выполнении различных технологических операций, составлены расчетные схемы для опреде-

ления скорости и ускорения центра схвата рассматриваемых промышленных роботов.

Расчетная схема для определения уравнения и расчета скорости центра схвата робота «КОНТУР-002» представлена на рисунке 1. Расчетная схема второго робота здесь не представлена.

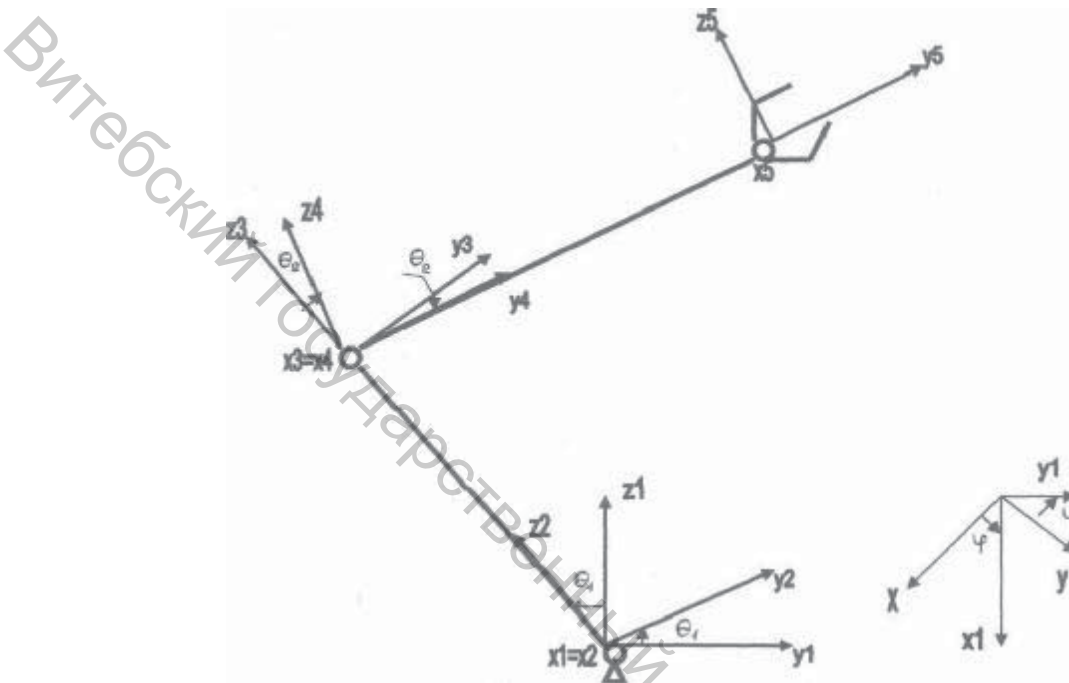


Рисунок 1 - Расчетная схема промышленного робота «КОНТКР-002»

Матрицы, устанавливающие зависимости между системами координат, имеют вид:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = A_{\varphi} \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix}; \quad \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix} = A_{\theta_1} \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix}; \quad \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ l_1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \\ z_3 \end{pmatrix};$$

$$\begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \\ z_3 \end{pmatrix} = A_{\theta_2} \begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \\ z_4 \end{pmatrix}; \quad \begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \\ z_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ l_2 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_5 \\ y_5 \\ z_5 \end{pmatrix},$$

где l_1 и l_2 — конструктивные размеры звеньев механизма.

Координаты центра схвата в неподвижной системе хуз выражаются через координаты в системе $x_5 y_5 z_5$ следующим образом:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = A_\varphi A_{\theta_1} \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix}; \quad \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = A_\varphi A_{\theta_1} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ l_1 \end{pmatrix} + A_\varphi A_{\theta_1} \begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \\ z_3 \end{pmatrix};$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = A_\varphi A_{\theta_1} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ l_1 \end{pmatrix} + A_\varphi A_{\theta_1} A_{\theta_2} \begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \\ z_4 \end{pmatrix}; \quad \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = A_\varphi A_{\theta_1} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ l_1 \end{pmatrix} + A_\varphi A_{\theta_1} A_{\theta_2} \begin{pmatrix} 0 \\ l_2 \\ 0 \end{pmatrix} + A_\varphi A_{\theta_1} A_{\theta_2} \begin{pmatrix} x_5 \\ y_5 \\ z_5 \end{pmatrix}$$

Вектор скорости \vec{V} центра схвата в системе хуз определяется дифференцированием текущих координат по формуле:

$$\begin{aligned} \mathbf{v} = \begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{z} \end{pmatrix} &= (\dot{A}_\varphi A_{\theta_1} \dot{\varphi} + A_\varphi \dot{A}_{\theta_1} \dot{\theta}_1) \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ l_1 \end{pmatrix} + A_\varphi A_{\theta_1} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{l}_1 \end{pmatrix} + \\ &+ ((\dot{A}_\varphi A_{\theta_1} \dot{\varphi} + A_\varphi \dot{A}_{\theta_1} \dot{\theta}_1) A_{\theta_2} + A_\varphi A_{\theta_1} \dot{A}_{\theta_2} \dot{\theta}_2) \begin{pmatrix} 0 \\ l_2 \\ 0 \end{pmatrix} + A_\varphi A_{\theta_1} A_{\theta_2} \begin{pmatrix} 0 \\ \dot{l}_2 \\ 0 \end{pmatrix} + \\ &+ ((\dot{A}_\varphi A_{\theta_1} \dot{\varphi} + A_\varphi \dot{A}_{\theta_1} \dot{\theta}_1) A_{\theta_2} + A_\varphi A_{\theta_1} \dot{A}_{\theta_2} \dot{\theta}_2) \begin{pmatrix} x_5 \\ y_5 \\ z_5 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Кинематические характеристики механизма необходимы для решения задач, связанных с прочностным расчетом, конструированием его звеньев и оценки динамических свойств механизма. Для проведения силового расчета механизма необходимо определить силы инерции и сопротивления движению звеньев, для чего должны быть известны их скорости и ускорения. Для вписывания механизма в конструкцию машинного агрегата необходимо знать траекторию движения его звеньев и их положения, определяющие габаритные размеры механизма. Отмеченное является предметом самостоятельного рассмотрения.

УДК 677.025.45

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМОВ НА БАЗЕ «САПР-КОМПАС»

А.К. Матвеев, А.В. Локтионов, В.Г. Буткевич

В настоящее время компьютерные технологии все глубже проникают во все сферы деятельности человека. Не исключением являются и различные инженерные расчеты, при которых требуется проведение не только самого расчета, но и графическая интерпретация результатов. Например, при кинематическом расчете механизма необходимо: