УДК 681.5

Оптимизация кинематических параметров исполнительного механизма

А.Ю. ПЛАВИНСКИЙ, Ю.В. НОВИКОВ
(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

Недостаток известного манипулятора состоит в том, что он обеспечивает позиционирование рабочего органа только в одной плоскости, не позволяет получать непрерывную визуальную информацию о месте работы с нескольких ракурсов. В состав конструкцию входят обзорные телевизионные установки, которые располагаются на правом и левом консольных кронштейнах опорно-поворотного устройства, и несмотря на наличие индивидуальных приводов наведения, обзор окружающего пространства оказывается затруднен

Разработана кинематическая конструкция, спроектированы шарнирные соединения и установочные детали.

Выполнен предварительный расчет скоростей и ускорений рабочего органа. Расчетная схема представлена на рисунке 1. На рисунке обозначено: О – шарнир крепления стрелы к стойке; А – поворотный шарнир; В – расположение центра тяжести рабочего органа; θ, φ, γ – углы положения звеньев в градусах.

Исследуем изменение переменных величин, являющихся функциями по времени: θ = f1(t), γ = f2(t), точке В (рисунок 1). Параметрические уравнения движения точки В в декартовой системе координат представляют собой зависимости:

$$X_B(t) = OB \cdot cos\theta \cdot \cos\gamma, \quad (1)$$

$$Y_B(t) = OB \cdot \sin\theta \cdot \cos\gamma, \quad (2)$$

$$Z_B(t) = OB \cdot \sin\gamma + H, \quad (3)$$

где высота *H* – высота стойки. В предварительном расчете ее значение принимаем равным 0.

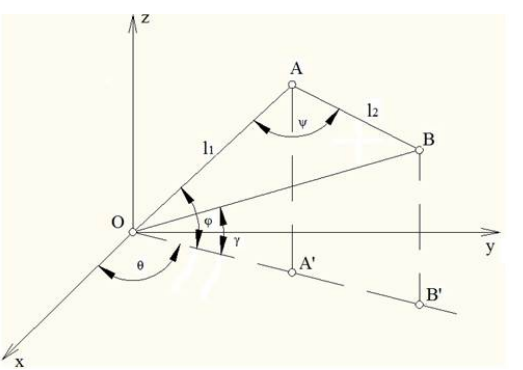

Рисунок 1 – Расчётная схема

Используя известные теоремы геометрии определим из треугольника OAB значение длинны звена OB:

$$OB = \sqrt{l_1^2 + l_2^2 - 2 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot \cos\psi}, \quad (4)$$

Используя уравнения (1), (2), (3) определим скорость в точке B:

$$X_B^{'} = OB\{(-\sin\theta)\theta'\cos\gamma + \cos\theta(-\sin\gamma)\gamma'\} = -OB\{\sin\theta \cdot \cos\gamma \cdot \omega_2 + \cos\theta \cdot \sin\gamma \cdot \omega_1\}, \quad (5)$$

$$Y_B^{'} = OB\{\cos\theta'\cos\gamma + \sin\theta(-\sin\gamma)\gamma'\} = -OB\{\cos\theta \cdot \cos\gamma \cdot \omega_2 - \sin\theta \cdot \sin\gamma \cdot \omega_1\}, \quad (6)$$

$$Z_B^{'} = OB \cdot \cos\gamma \cdot \omega_1, \quad (7)$$

где $\omega_1 = \left(\frac{d}{dt}\gamma(t)\right)$ – угловая скорость вращения рычага (γ') в вертикальной плоскости, $\omega_2 = \left(\frac{d}{dt}\theta(t)\right)$ – угловая скорость поворота вокруг стойки (θ'). Значение абсолютной скорости в точке B может быть определено:

$$V_B = OB\sqrt{\cos^2\gamma(t)\omega_2^2 + \omega_1^2}, \quad (8)$$

Определяем значение ускорения в точке B с применением дифференцирования представленных скоростей (5), (6) и (7) по времени.

Ускорение в точке B относительно осей X, Y, Z примет вид:

$$X_B^{''} = OB\left\{-\cos\gamma \cdot \cos\theta \cdot \omega_1^2 - \sin\gamma \cdot \cos\theta \cdot \varepsilon_1 + 2 \cdot \sin\gamma \cdot \sin\theta \cdot \omega_1 \cdot \omega_2 - \cos\gamma \cdot \cos\theta \cdot \omega_2^2 - \cos\gamma \cdot \sin\theta \cdot \varepsilon_2\right\}, \quad (9)$$

$$Y_B^{''} = OB\left\{-\cos\gamma \cdot \sin\theta \cdot \omega_1^2 - \sin\gamma \cdot \sin\theta \cdot \varepsilon_1 - 2 \cdot \sin\gamma \cdot \sin\theta \cdot \omega_1 \cdot \omega_2 - \cos\gamma \cdot \sin\theta \cdot \omega_2^2 + \cos\gamma \cdot \cos\theta \cdot \varepsilon_2\right\}, \quad (10)$$

$$Z_B^{''} = -OB \cdot \sin\gamma \cdot \omega_1^2 + OB \cdot \cos\gamma \cdot \varepsilon_1, \quad (11)$$

где $\varepsilon_1 = \left(\frac{d^2}{dt^2}\gamma(t)\right)$ – угловое ускорение вращения рычага (γ") в вертикальной плоскости, $\varepsilon_2 = \left(\frac{d^2}{dt^2}\theta(t)\right)$ – угловое ускорение поворота вокруг стойки (θ"). Абсолютное ускорение в точке B можно определить:

$$a_B = \sqrt{OB^2\left[\begin{array}{c}\cos^2\gamma \cdot \omega_2^4 + \omega_1^4 + \varepsilon_2^2 \cdot \cos^2\gamma + \varepsilon_1^2 + 4 \cdot \omega_1^2 \cdot \omega_2^2 - \\ -2 \cdot \cos^2\gamma \cdot \omega_1^2 \cdot \omega_2^2 + 2 \cdot \sin\gamma \cdot \varepsilon_1 \cdot \cos\gamma \cdot \omega_2^2 - 4 \cdot \sin\gamma \cdot \omega_1 \cdot \omega_2 \cdot \cos\gamma \cdot \varepsilon_2\end{array}\right]}, \quad (12)$$

Предварительный расчет кинематических параметров необходимо использовать при выборе типа электропривода. С учетом массовых характеристик звеньев требуется определить инерционные параметры для предварительного выбора мощности электропривода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 2364500, Российская Федерация, МПК B25J 5/00. Мобильный робототехнический комплекс [Текст] / Лебедев В.В. и др.; заявитель и патентообладатель ОАО «Ковровский электромеханический завод. - №2007140387/02; заявл. 31.10.07; опубл. 20.08.09.

2. Патент 2241594, Российская Федерация, МПК B25J 5/00. Мобильный робототехнический комплекс [Текст] / Лукьянчиков В.В.; заявитель и патентообладатель Лукьянчиков В.В. - №2003109640/02; заявл. 07.04.03; опубл. 10.12.04.

3. Учебно-тренировочный робототехнический комплекс МРК-25УТ. Руководство по эксплуатации МРК-25УТ.00.00.000РЭ. Предприятие-изготовитель, 2000.
4. Локтионов А.В. Теоретическая механика, статика и кинематика учебное пособие/ А.В. Локтионов, Л. Г. Крыгина; УО «ВГТУ». – Витебск, 2005. – 171 с.