

РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА С ТРЕМЯ СТЕПЕНЯМИ ПОДВИЖНОСТИ

А. В. Локтионов

*Учреждение образования «Витебский государственный
технологический университет», Республика Беларусь*

При кинематическом анализе исполнительных механизмов используются векторный, матричный и винтовой методы [1], [2]. Рассмотрим расчет кинематических параметров трехзвенного исполнительного механизма при координатном способе задания движения, представляющего собой незамкнутую кинематическую цепь. Поворотная платформа механизма может поворачиваться на угол φ . Звено со схватом (точка М) поворачивается на угол θ и выдвигается на расстояние r . Найдем скорость и ускорение центра схвата:

$$x = r \sin \theta \cos \varphi; \quad y = r \sin \theta \sin \varphi; \quad z = r \cos \theta,$$

Проекции скорости центра схвата на оси X, Y, Z , имеют вид:

$$V_x = \dot{x} = \dot{r} \sin \theta \cos \varphi + r \dot{\theta} \cos \theta \cos \varphi - r \dot{\varphi} \sin \theta \sin \varphi;$$

$$V_y = \dot{y} = \dot{r} \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi + r \cdot \dot{\theta} \cdot \cos \theta \sin \varphi + r \cdot \dot{\varphi} \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi;$$

$$V_z = \dot{z} = \dot{r} \cdot \cos \theta - r \cdot \dot{\theta} \cdot \sin \theta.$$

Модуль скорости центра схвата: $V = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2} = \sqrt{\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2 + r^2 \sin^2 \theta \cdot \dot{\varphi}^2}$.

Проекция ускорения центра схвата на декартовы оси координат вычисляются как производные по времени от проекций скорости:

$$a_x = \ddot{x} = \ddot{r} \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi + 2\dot{r} \cdot \dot{\theta} \cdot \cos \theta \cdot \cos \varphi - 2\dot{r} \cdot \dot{\varphi} \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi - r \cdot \dot{\theta}^2 \cdot \sin \theta \cos \varphi + r \cdot \ddot{\theta} \cdot \cos \theta \cdot \cos \varphi - 2r \cdot \dot{\theta} \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos \theta \cdot \sin \varphi - r \cdot \dot{\varphi}^2 \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi - r \cdot \ddot{\varphi} \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi;$$

$$a_y = \ddot{y} = \ddot{r} \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi + 2\dot{r} \cdot \dot{\theta} \cdot \cos \theta \cdot \sin \varphi + 2\dot{r} \cdot \dot{\varphi} \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi - r \cdot \dot{\theta}^2 \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi + r \cdot \ddot{\theta} \cdot \cos \theta \cdot \sin \varphi + 2r \cdot \dot{\theta} \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos \theta \cdot \cos \varphi - r \cdot \dot{\varphi}^2 \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi - r \cdot \ddot{\varphi} \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi;$$

$$a_z = \ddot{z} = \ddot{r} \cdot \cos \theta - 2\dot{r} \cdot \dot{\theta} \cdot \sin \theta - r \cdot \dot{\theta}^2 \cdot \sin \theta - r \cdot \ddot{\theta} \cdot \sin \theta.$$

Модуль ускорения центра схвата:

$$a = \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2} = \left[\left(\ddot{r} - r \cdot \dot{\theta}^2 - r^2 \cdot \dot{\varphi}^2 \cdot \sin^2 \theta \right)^2 + \left(r \cdot \ddot{\theta} + 2\dot{r} \cdot \dot{\theta} - r \cdot \dot{\varphi}^2 \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta \right)^2 + \left(r \cdot \ddot{\varphi} \cdot \sin \theta + 2\dot{r} \cdot \dot{\varphi} \cdot \sin \theta + 2r \cdot \dot{\theta} \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos \theta \right)^2 \right]^{1/2}.$$

Следовательно, для исполнительных механизмов с тремя степенями подвижности можно использовать координатный способ задания центра-схвата исполнительного механизма.

Литература

1. Воробьев, Е. И. Механика промышленных роботов : учеб. пособие для вузов : в 3 кн. / Е. И. Воробьев, С. А. Попов, Г. И. Шевелева ; под ред. К. В. Фролова, Е. И. Воробьева. – М. : Высш. шк., 1988. – Кн. 1: Кинематика и динамика. – 304 с.
2. Локтионов, А. В. Расчет кинематических параметров пространственных исполнительных механизмов / А. В. Локтионов // Механика. Исследования и инновации. – Гомель : БелГУТ, 2014. – Вып. 8. – С. 106–120.