

УДК 621.31.83.52

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ДЕЛЬТА-РОБОТА ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 3 КГ**

студент гр. 10705116 Бурба М.Д.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Гульков Г.И.*

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

### ***Актуальность***

Одной из основных мировых тенденций современной робототехники является создание пространственных манипуляционных механизмов параллельной структуры. Данный класс манипуляционных механизмов широко применяется в различных отраслях промышленности в измерительных, технологических, обрабатывающих, ориентирующих устройствах. В манипуляционных механизмах параллельной структуры выходное звено соединено с основанием несколькими кинематическими цепями. Многоподвижная замкнутая кинематическая цепь механизма обеспечивает большую жесткость его конструкции, грузоподъемность и точность, что приводит к уменьшению размеров и масс подвижных звеньев. Кроме того, в таких механизмах приводы располагаются на внешней поверхности по отношению к выходному звену и кинематическим цепям, что позволяет использовать их в экстремальных средах.

### ***Описание исследуемой промышленной установки***

Рассматриваемой промышленной установкой является параллельный манипулятор, выполненный в виде платформы Гью-Стюарта грузоподъемностью 3 кг. Подобные платформы называются гексаподами, которые обладают тремя поступательными и тремя вращательными степенями свободы. 3D модель данного робота представлена на рисунке 1. Кинематическая схема дифференциального привода представлена на рисунке 2. Расположение шарниров подробно изображено на рисунке 3.

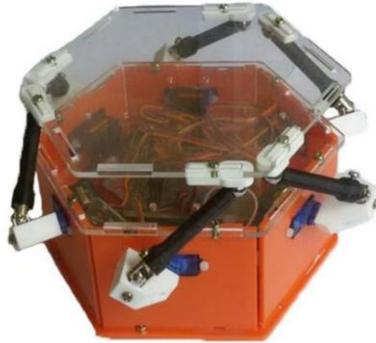


Рис. 1. 3D модель промышленной установки (сверху)

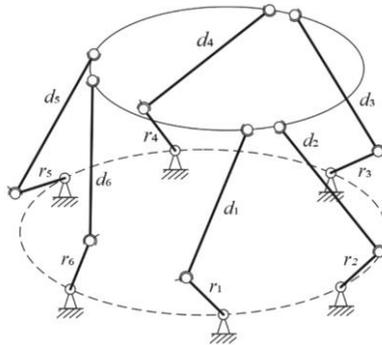


Рис. 2. Кинематическая схема промышленной установки

- $r_i$  – длины нижних стержней, называемых кривошипами;
- $d_i$  – длины стержней, называемых шатунами;
- $a_i$  – сферические шарниры на подвижной платформе;
- $b_i$  – универсальные (карданные) шарниры между кривошипами и шатунами;
- $c_i$  – поворотные шарниры на основании;
- $O_0$  – центр основания;
- $O$  – центр платформы;
- $R_a$  – расстояние от центра платформы до расположенных на ней шарниров;
- $R_c$  – расстояние от центра основания до расположенных на нем шарниров.

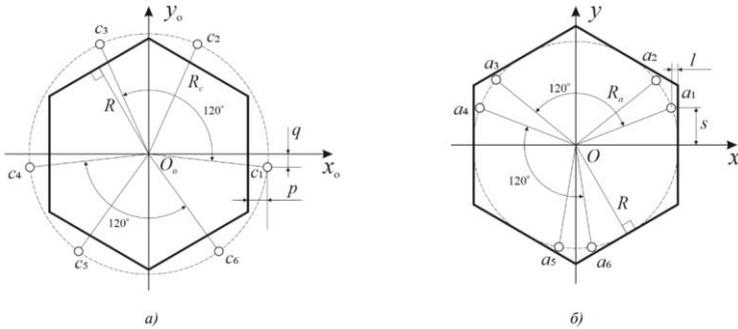


Рис. 3. Расположение шарниров: а) на основании ПМ; б) на платформе ПМ

**Описание технологического процесса, выполняемого установкой**

Построение аналитической модели выбранного объекта заключается в основном в решении его ОЗК, которая для предложенного ПМ с шестью степенями свободы на базе кривошипно-шатунного механизма формулируется следующим образом: необходимо определить углы поворота кривошипов, позволяющих достичь заранее заданное положение верхней платформы в пространстве.

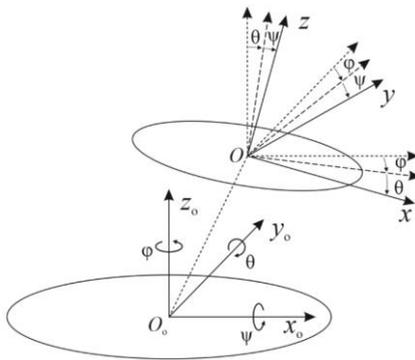


Рис. 4. Принятые системы координат

Свяжем с неподвижной платформой абсолютную систему координат  $O_0x_0y_0z_0$ . Точку отсчета совместим с центром платформы – точкой  $O_0$ , ось  $O_0x_0$  проведем через центры первой и четвертой боковых граней корпуса ПМ, ось  $O_0z_0$  направим перпендикулярно плоскости

основания, а ось  $O_0y_0$  расположим так, чтобы получилась правая система координат (рисунок 4). Аналогичным образом построим локальную систему координат  $Oxyz$ , связанную с подвижной платформой в точке  $O$ .

Следовательно, начало координат платформы  $O$  будет определяться с помощью трех поступательных перемещений  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$  относительно основания. Ориентацию подвижной платформы по отношению к неподвижному основанию будем определять с помощью системы углов Эйлера, основанной на углах крена, тангажа и рыскания. Данная система широко используется в авиации при описании движения аппаратов относительно неподвижной глобальной системы отсчета, связанной с поверхностью Земли. Аналогичным образом в процессе выполнения ПМ различных технологических операций происходит постоянное перемещение платформы относительно неподвижного основания, к которому привязана глобальная система отсчета  $O_0x_0y_0z_0$ . Указанные углы соответствуют следующей последовательности поворотов: поворот на угол  $\psi$  вокруг оси  $O_0x_0$  (рысканье), поворот на угол  $\theta$  вокруг оси  $O_0y_0$  (тангаж) и поворот на угол  $\varphi$  вокруг оси  $O_0z_0$  (крен).

#### ***Анализ взаимодействия оператора с промышленной установкой***

Рассматриваемый робот разрабатывается под конкретные задачи, в которых он может выполнять работу автоматически по заранее запрограммированному алгоритму, либо совершать движения, полностью определяемые действиями оператора (авиасимулятор).

#### *Литература*

1. Прокопович, Г. А. Разработка системы управления учебным роботом-манипулятором параллельной структуры с применением технологии модельно-ориентированного проектирования / Г. А. Прокопович // Информатика. – 2019. – Т. 16, № 4. – С. 99–114.

2. Мамаев, А. Ю. Динамика движения робота-станка с параллельной кинематикой (гексапода) для окончательной обработки деталей сложной геометрии: учеб.-метод. пособие / А. Ю. Мамаев. – Белгород: БГТУ, 2014. – 140 с.