

К.В. Гальченко
 Научный руководитель: проф., д.т.н. Л.В. Лукиенко
 Новомосковский институт (филиал) Российского
 химико-технологического университета им Д.И. Менделеева
 301650, Новомосковск Тульской обл., ул. Дружбы, 8,
 тел.: (48762) 4-63-21, E-mail: lukienko_lv@mail.ru

К вопросу определения положения выходного звена трехзвенного шахтного манипулятора с учетом расположения гидроцилиндров

В связи со значительным увеличением транспортных потоков в современных городах резко возрастает необходимость развития подземного транспорта. Строительство дополнительных линий метро способствует решению данной проблемы. Только по программе развития московского метрополитена, до 2020 года, планируется построить 160 км линий метро и 78 новых станций согласно постановлению правительства Москвы от 4 мая 2012 г. N 194-ПП "Об утверждении Перечня объектов перспективного строительства московского метрополитена в 2012 - 2020 гг.". Строительство осуществляется при помощи щитовых проходческих комплексов [1].

Одной из основных операций, которые выполняет щитовой проходческий комплекс, является механизированное крепление проводимых горных выработок. В настоящее время для выполнения данной операции не разработано единого конструктивного решения, позволяющего механизировать эту операцию, повысить эффективность работы и снизить трудозатраты обслуживающего персонала.

Для устранения этих недостатков необходимо внедрение в состав щитового проходческого комплекса манипулятора для крепления выработки, обладающего повышенной точностью позиционирования доставляемого груза и расширенной зоной обслуживания при необходимой и достаточной металлоемкости и повышенной надежности.

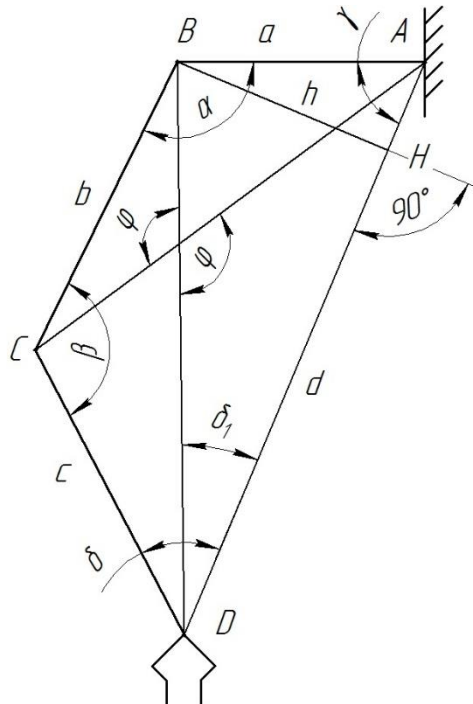


Рис. 1. Расчетная схема манипулятора

$$d = \frac{2a \cos \gamma \pm \sqrt{4a^2 \cos^2 \gamma - 4(a^2 - b^2 - c^2 + 2bc \cos \beta)}}{2};$$

где, a,b,c – длина звена манипулятора; β – угол между b и c; γ – угол между a и d.

Анализ геометрических параметров шахтного манипулятора [2] привел к необходимости вывода уравнения движения выходного звена с целью определения основных кинематических параметров работы манипулятора.

Положение выходной точки манипулятора (D) математически может быть описано двумя координатами: величиной отрезка d и значением угла γ (полярная система координат).

Расчётная схема манипулятора (рис. 1) состоит из захвата, трёх рычажных звеньев (a, b, и c), взаимное положение которых определяется гидроцилиндрами g и k (рис. 2), базовой плиты (точка A).

С помощью математических преобразований используя геометрические законы, уравнение отрезка d будет иметь вид:

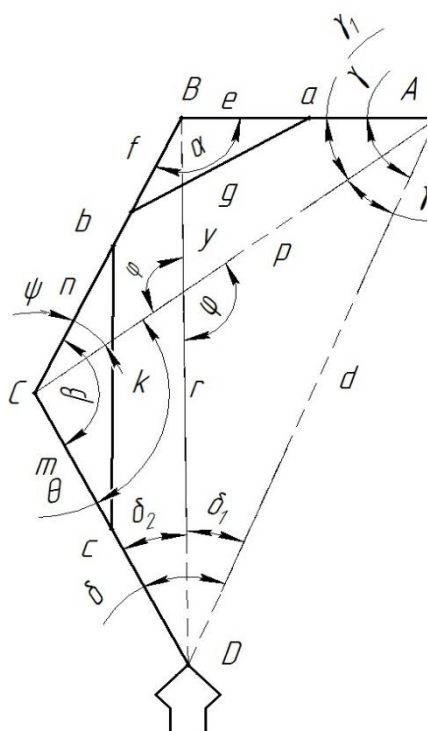


Рис. 2 Расчетная схема манипулятора с дополнительным обозначением

При нахождении углов β и γ необходимо учитывать, что движение осуществляется посредством гидроцилиндров, для этого вводим дополнительные параметры гидроцилиндров (g, k – длина гидроцилиндра) (рис. 2).

Применяя теорему косинусов, найдем угол β из Δknm , получим:

$$\beta = \arccos\left(\frac{k^2 - n^2 - m^2}{2nm}\right);$$

Применяя теорему косинусов, выразим угол α из Δefg :

$$\alpha = \arccos\left(\frac{e^2 + f^2 - g^2}{2fe}\right);$$

Исходя из того, что сумма внутренних углов трапеции равны 360° , следовательно, из трапеции ABCD:

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta = 360^\circ$$

Следовательно:

$$\gamma = 360^\circ - (\alpha + \beta + \delta)$$

С помощью математических преобразований используя геометрические законы, уравнение угла γ будет иметь вид (угол δ находим, используя теорему синусов из ΔACD):

$$\gamma = 360^\circ - \alpha + \beta + \sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha} \cdot \sin\left(\beta - \left(\sin^{-1}\left(\frac{a \cdot \sin \alpha}{p}\right)\right)\right)}{\sqrt{(a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha) + c^2 - 2(\sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha}) \cdot c \cdot \cos\left(\beta - \left(\sin^{-1}\left(\frac{a \cdot \sin \alpha}{p}\right)\right)\right)}}\right);$$

где, a, b, c – длина звеньев манипулятора (постоянная величина); $\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{e^2 + f^2 - g^2}{2fe}\right)$ – угол между звеном a и b ; $\beta = \cos^{-1}\left(\frac{k^2 - n^2 - m^2}{2nm}\right)$ – угол между звеном b и c ; e, f, n, m – расстояние от соединения звеньев манипулятора до крепления гидроцилиндров (постоянная величина); g, k – длина гидроцилиндра, зависящая от положения штока (переменная величина).

Представленные результаты будут использованы при проведении дальнейших исследований и построения математической модели движения шахтного манипулятора для крепления горных выработок щитового тоннелепроходческого комплекса.

Литература

1. Бреннер В.А. Щитовые проходческие комплексы /Бреннер В.А., Жабин А.Б., Щеголевский М.М., Поляков Ал.В., Поляков Ан.В.// М.: Изд-во «Горная книга», 2009 – 447 стр.
2. Лукиенко Л.В. Обоснование кинематической схемы и анализ нагруженности звеньев манипулятора для крепления горных выработок при их проходке /Лукиенко Л.В., Гальченко К.В.// Техника и технология XXI века. – Ставрополь. 2014. – 93-116 стр.