КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА УАТТА АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Ковалева М.П.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Первая паровая машина в виде так называемого полного параллелограмма Уатта, была запатентована им в 1784г.[1]. Кинематическая схема параллелограмма приведена на рисунке1.

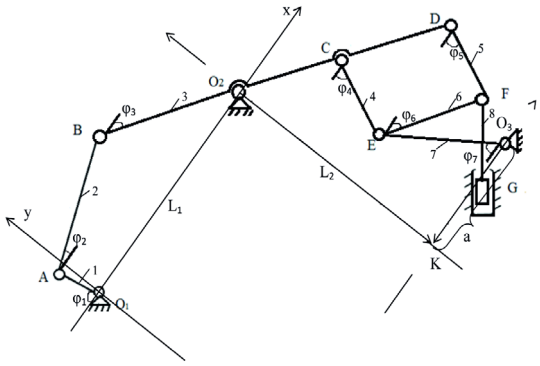

Рисунок 1- Кинематическая схема параллелограмма Уатта

При подаче пара в цилиндр *G* поршень начинает двигаться возвратно-поступательно и через шток передает движение в точке *F* звеньям *5,6*, которые через систему звеньев *7,4,3,2 и 1* приводит к непрерывно-вращательному движению кривошипа*1* (AO_1). Чтобы изучить, по какой траектории в действительности движется точка *F*,оторвем её от поршня *8* и проведем аналитическое исследование этого механизма.

Зададимся исходными параметрами: длинами звеньев - $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7, l_8$ и заданным углом поворота – φ_1-*кривошипа*, α_0 – угол поворота декартовой системы координат. Свяжем механизм с неподвижной системой координат $XO_1У$, её выбираем таким образом, что начало координат совпадает с неподвижным шарниром O_1. Обозначим углы поворота звеньев механизма как $\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5, \varphi_6, \varphi_7$ для проектирования на оси X и У. Всего их получилось *6* неизвестных углов, следовательно нужно составить 3 векторных уравнения для нахождения неизвестных параметров. Представим замкнутый контур $O_1ABO_2O_1$,из которого очевидным является векторное уравнение: $\overline{l_1}+\overline{l_2}+\overline{l_3}=\overline{L_1}$. Проецируя это векторное уравнение на оси O_1X и $O_1У$ получаем

$$\begin{cases} -l_1\cos\varphi_1 + l_2\cos\varphi_2 + l_3\cos\varphi_3 = L_1, \\ l_1\sin\varphi_1 + l_2\sin\varphi_2 - l_3\sin\varphi_3 = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Из этой системы могут быть найдены φ_2 и φ_3 в зависимости от φ_1.

Составим векторное уравнение для второго замкнутого контура $O_2CEO_3KO_2$ $\overline{l_3}+\overline{l_4}+\overline{l_7}+\overline{a}=\overline{L_2}$. Проецируя это векторное уравнение на оси O_1X и $O_1У$ получим

$$\begin{cases} l_3\cos\varphi_3 - l_4\cos\varphi_4 - l_7\cos\varphi_7 - a = 0, \\ -l_3\sin\varphi_3 - l_4\sin\varphi_4 + l_7\sin\varphi_7 = L_2. \end{cases} \quad (2)$$

откуда через найденный угол φ_2 могут быть определены углы φ_4, φ_7.

Составим векторное уравнение для третьего замкнутого контура *CDFEC* $\overline{l_3}+\overline{l_6}+\overline{l_5}=\overline{l_4}$. Проецируя это векторное уравнение на оси O_1X и $O_1У$ получаем

$$\begin{cases} l_3\cos\varphi_3 - l_5\cos\varphi_5 - l_6\cos\varphi_6 = l_4\cos\varphi_4, \\ -l_3\sin\varphi_3 - l_5\sin\varphi_5 + l_6\sin\varphi_6 = l_4\sin\varphi_4. \end{cases} \quad (3)$$

Из этой системы могут быть найдены φ_5 и φ_6 в зависимости от φ_3.

Общее решение приведенных систем уравнений позволяет найти закон движения точки *F* при условии исключения из механизма звена *8* – поршня со штоком.

Найдем сумму проекций звеньев через известные углы. Для этого составим систему уравнений проекций звеньев O_2D, *DF, FE,* EO_3 на оси *X* и *У* системы координат

$$\sum X = O_2D * Cos\varphi_3 - DF * Cos\varphi_5 + FE * Cos\varphi_6 - EO_3 * Cos\varphi_7 = 0,$$
$$\sum Y = -O_2D * Sin\varphi_3 - DF * Sin\varphi_5 - FE * Sin\varphi_6 + EO_3 * Sin\varphi_7 = 0.$$

По известным значениям углов φ, полученным из *(1), (2), (3)* найдем уравнение движения точки *F*, по которому легко определить истинное движение этой точки.

Научный руководитель: Дворников Л.Т., д.т.н., профессор

Список литературы

Чебышев П.Л. «О параллелограммах». Полное собрание сочинений П.Л. Чебышева, том IV. Теория механизмов. Издательство АН СССР, Москва-Ленинград, 1948. с. 51-53.

ПРИВОД НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ

Фомин А.С., Маракулина М.М.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия, e-mail: alexey-nvkz@mail.ru

В поршневом насосе (рисунок 1) кривошип, шатун и поршень, определяющие его продольный габарит, движутся в одной плоскости [1, стр. 406]. В условиях, требующих ограниченного (меньшего) рабочего пространства, такое устройство не всегда может быть использовано.

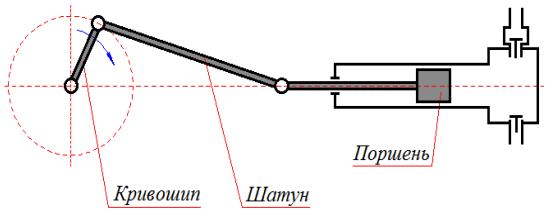

Рисунок 1. Кинематическая схема поршневого насоса

В связи с этим конструкция поршневого насоса может быть преобразована за счет уменьшения его продольного габарита путем помещения кривошипа и шатуна в плоскость, перпендикулярную движению поршня. Такое техническое решение было реализовано в конструкции привода насосной установки [2], представленной на рисунке 2.