

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НА ЭВМ МЕХАНИЗМА ЗИГЗАГА ПЕТЕЛЬНОГО ПОЛУАВТОМАТА 1025 КЛАССА

Сункуев Б.С., Терентьев В.П.

При силовом анализе и уравнивании механизмов петельного полуавтомата 1025 класса [1] возникла задача кинематического расчета механизма зигзага (рис.1). В связи с тем, что в механизме имеется трехцентровый кулачок (рис.2), а толкатель образует три кинематические пары с другими звеньями, задача кинематического анализа механизма является неординарной и требует специального рассмотрения.

При вращении кулачка верхняя линия зева охватывающей вилки толкателя последовательно контактирует с шестью участками профиля кулачка, описанными дугами окружностей: 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-1.

При контакте с участками 1-2 и 4-5 толкатель неподвижен, при контакте с остальными участками - перемещается вместе с ведомым звеном NP.

Положение кулачка будем определять линией, соединяющей центр вращения W (см. рис.2) с точкой 1 профиля. Угловую координату этой линии и кулачка будем отсчитывать от оси Wx_0 . Положение последней определим относительно оси Wx угловой координатой α_0 . Положение ведомого звена NP механизма определим угловой координатой φ_{NP} , отсчитываемой от оси Nx . Координату φ_{NP} будем определять в функции угловой координаты φ кривошипа OA механизма вертикальных перемещений иглы (механизм на рис.1 не показан). Угол φ отсчитывается от оси Oy . Между углами φ и α задано соотношение $\alpha = \varphi/2$. Угол α_0 назначается из условий согласования вертикальных перемещений иглы и ее отклонения поперек петли. Например, при $\varphi=0$ звено NP должно находиться в среднем положении.

Положение регулируемых шарниров T и S будем определять с помощью угловых координат φ_{UT} и φ_{TS} , отсчитываемых от осей Ux и Tx . Значения углов φ_{UT} и φ_{TS} должны быть заданы.

Так как толкатель связан кинематически с тремя звеньями (с коромыслами NP, SZ и кулачком), то задачу о положениях будем решать с помощью итерационных процедур.

Алгоритм вычислений состоит в следующем. При известных значениях α и φ_{NP} с помощью стандартных алгоритмов, изложенных в [2], можно определить положения шарниров P и Z толкателя. Так как положение шарнира S задано, то определится расстояние L между шарнирами S и Z. Таким образом, имеем алгоритм вычисления функции $y=L-(SZ)$ как $y=f(\varphi_{NP})$. Так как нас интересует случай $L=(SZ)$ или $y=0$, то задача определения φ_{NP} сводится к численному решению уравнения $y=f(\varphi_{NP})=0$. Корень этого уравнения определит искомое значение φ_{NP} при заданном α .

Профиль кулачка состоит из отдельных участков, поэтому алгоритмы определения координат шарнира Z при заданных координатах точки P и угле α будут различаться для различных интервалов значений α . Поэтому должны быть найдены граничные значения интервалов, соответствующие: $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - началу контакта верхней линии зева вилки с участками соответственно 1-2, 2-3, 3-4, 5-6, α'_2, α'_4 - окончанию контакта этой линии с участками соответственно 2-3, 5-6.

Значения $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ вычисляются из геометрических соотношений, получаемых из положений механизма (см. рис.1), построенных для заданного угла φ_{NP} при условии касания верхней линии зева вилки точек 1,2,4 и 5 профиля кулачка

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \varphi_{PW} + \varepsilon_1 - \pi/2 + \alpha_0, \\ \alpha_2 &= \alpha_1 + \gamma, \\ \alpha_3 &= \varphi_{PW} + \varepsilon_3 + \pi/2 + \alpha_0, \\ \alpha_4 &= \alpha_3 + \gamma.\end{aligned}$$

где:

$$\begin{aligned}\varphi &= \arccos((X_w - X_p)/(PW)), \\ PW &= \sqrt{(X_p - X_w)^2 + (Y_p - Y_w)^2}, \\ X_p &= X_N + (NP) \cos \varphi_{NP}, \\ Y_p &= Y_N + (NP) \sin \varphi_{NP}, \\ \varepsilon_1 &= \arcsin((a+b-R_1)/(PW)), \\ \varepsilon_3 &= \arcsin((a+b-R_2)/(PW)),\end{aligned}$$

X_N, Y_N, X_w, Y_w, a, b - параметры схемы механизма, R_1, R_2 - параметры кулачка. Значение угла α'_2 вычисляется как корень уравнения $\Delta_1 = F_1(\alpha) = 0$, решаемого численным методом, где; φ - угол между осью X и прямой, перпендикулярной верхней линии зева, касательной к профилю кулачка на участке 2-3; φ_{21} - угол между осью Wx и отрезком $O_1 O_2$ кулачка.

$$\psi = \varphi_{P02} + \varepsilon'_3 + \pi/2,$$

$$\varphi_{21} = \begin{cases} \arccos((x_{01} - x_{02})/(R_4 - R_3)) & , \text{ если } y_{01} \geq y_{02}, \\ 2\pi - \arccos((x_{01} - x_{02})/(R_4 - R_3)) & , \text{ если } y_{01} < y_{02} \end{cases}$$

где

$$\begin{aligned}X_{01} &= X_w + (R_4 - R_2) \cos(\alpha + \alpha_0), \\ Y_{01} &= Y_w + (R_4 - R_2) \sin(\alpha + \alpha_0), \\ X_{02} &= X_w + (R_4 - R_2) \cos(\alpha + \alpha_0 - \gamma), \\ Y_{01} &= Y_w + (R_4 - R_2) \sin(\alpha + \alpha_0 - \gamma), \\ \varphi_{P02} &= \arccos((X_{02} - X_p)/(P0_2)), \\ (P0_2) &= \sqrt{(X_{02} - X_p)^2 + (Y_{02} - Y_p)^2}, \\ \varepsilon'_3 &= \arcsin((a+b-R_3)/(P0_2)).\end{aligned}$$

Значение угла α'_4 определяется как корень уравнения, решаемого численным методом, где

$$\begin{aligned}\Delta_2 &= \psi - \varphi_{21}, \\ \psi &= \varphi_{P02} + \varepsilon'_4 + \pi/2, \\ \varphi_{12} &= \begin{cases} \arccos((x_{02} - x_{01})/(R_4 - R_3)) & , \text{ если } y_{02} \geq y_{01}, \\ 2\pi - \arccos((x_{02} - x_{01})/(R_4 - R_3)) & , \text{ если } y_{02} < y_{01} \end{cases} \\ \varepsilon'_4 &= \arccos((a-b-R_4)/(P0_2)).\end{aligned}$$

На основании изложенного разработана программа расчета на ЭВМ угловых координат φ_{NP} в функции от φ .

Выполнен расчет положений механизма зигзага петельного полуавтомата 1025 класса. По результатам расчета на рис.3 построен график зависимости φ_{NP} от φ . Из графика следует, что обеспечивается требуемый закон движения ведомого звена механизма с востоями на интервалах значений φ : [120, 140], [480, 600].

Разработанная программа использована при силовом анализе и уравновешивании механизмов петельного полуавтомата 1025 класса.

Литература:

1. Отчет о НИР "Оптимизировать динамические характеристики основных механизмов швейных полуавтоматов с целью снижения шума и вибрации" (заключительный), № госрегистрации 01.9.00065356, г. Витебск, ВТИЛП, 1990.
2. Силовой анализ механизмов машин легкой промышленности, методические указания. Витебск: Минобраз ВССР, ВТИЛП, 1988г.

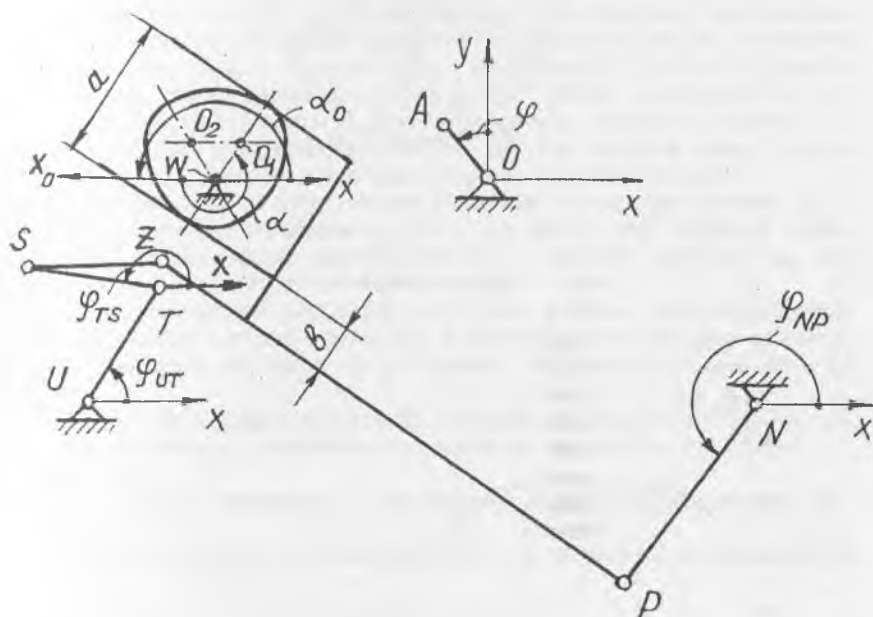


Рис. 1. Схема механизма зигзага

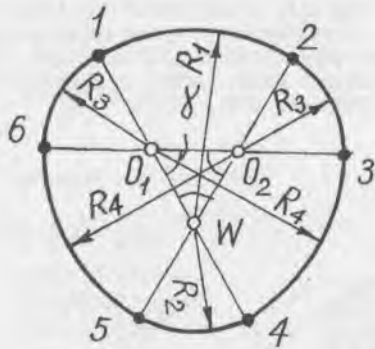


Рис. 2. Профиль трехцентрового кулачка

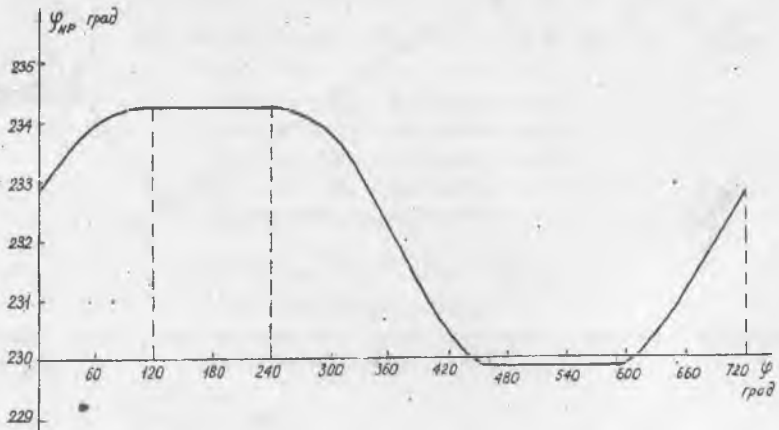


Рис. 3. График перемещений ведомого звена