

В качестве тестовой использовалась задача движения ложка вниз по наклонной плоскости под действием сил тяжести и сопротивления. Математическая модель процесса получена из 2-го закона Ньютона и имеет вид

$$m\ddot{x} = mg \sin \alpha - fg \cos \alpha .$$

В результате математических преобразований дифференциальное уравнение 2-го порядка было приведено к задаче Коши, содержащей два дифференциальных уравнения первого порядка и начальные условия. Для ее решения использовался метод Эйлера, реализованный соответствующим набором формул.

Реализация математической модели в текстовом процессоре Excel при использовании примерно 100 итераций не позволили вычислительному процессу достигнуть устойчивости. Использование пользовательской программы дало возможность провести серию из 10 вычислительных экспериментов и достичь требуемой точности параметров при 1690 итерациях.

При выявленном значении  $\Delta t = 0,002$  с построены зависимости  $x(t)$  и  $v(t)$ .

### *Литература*

1. Шпак, Ю. А. Turbo Pascal 7.0 на примерах. – Киев : Юниор, 2003.

УДК 621.01

### **АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЗВЕНЬЯ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА**

студент гр. 103911 Шашко А.Е.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Авсиевич А.М.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Надежность и долговечность машин и механизмов в значительной мере зависит от работы тех кинематических пар, в которых трение существенно влияет на процесс изнашивания их контакти-

рующих поверхностей. В связи с этим для проектирования оптимальной с точки зрения эксплуатационных показателей машины весьма актуальным является рациональный выбор геометрических параметров, материалов кинематических пар и смазки с учетом износа их элементов. Для правильного выбора материалов, мест подвода смазки и расчета на износостойкость важно знать форму и площадь поверхности трения и распределение износа.

Нами была создана программа позволяющая рассчитать величины сил реакций между звеньями и их направления в неподвижной системе координат, а так же углы направления сил относительно подвижных звеньев кривошипно-ползунного механизма в 4-тактном двигателе. Программа (рис. 1) имеет возможность загрузки данных и сохранения сил (в сохранённом файле содержится угол поворота кривошипа, вычисленная сила и угол силы в неподвижной системе координат), а также построение графика.

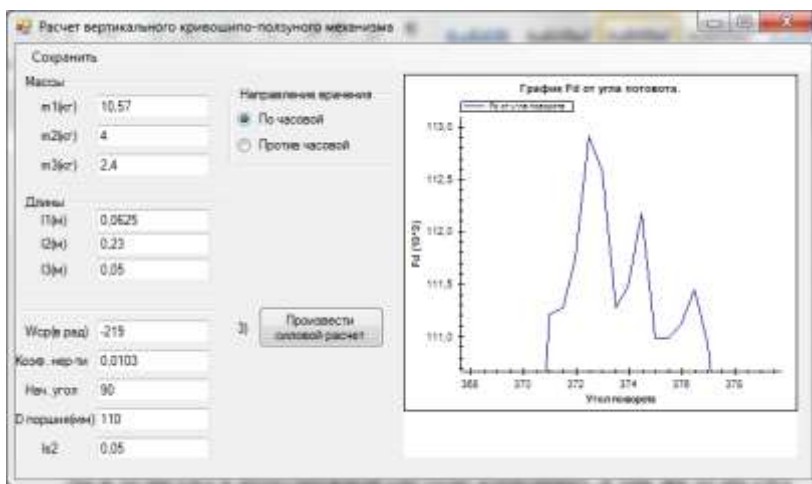


Рис. 1. Главное окно программы

Для вычисления сил, а далее получения углов относительно подвижных звеньев использовались следующие формулы [1]

$$\begin{aligned}
 R_{21}^{X_2} &= R_{21}^{X_0} \cos \varphi_2 + R_{21}^{Y_0} \sin \varphi_2, \\
 R_{21}^{Y_2} &= -R_{21}^{X_0} \sin \varphi_2 + R_{21}^{Y_0} \cos \varphi_2, \\
 R_{23}^{X_2} &= R_{23}^{X_0} \cos \varphi_2 + R_{23}^{Y_0} \sin \varphi_2, \\
 R_{23}^{Y_2} &= -R_{23}^{X_0} \sin \varphi_2 + R_{23}^{Y_0} \cos \varphi_2.
 \end{aligned}$$

Тогда углы наклона векторов  $\bar{R}_{21}$  и  $\bar{R}_{23}$  по отношению к оси  $X_2$  (рис. 2) определяются на основании следующих выражений

$$\begin{aligned}
 \cos \varphi_{R_{21}} &= \frac{R_{21}^{X_2}}{R_{21}}, & \sin \varphi_{R_{21}} &= \frac{R_{21}^{Y_2}}{R_{21}}; \\
 \cos \varphi_{R_{23}} &= \frac{R_{23}^{X_2}}{R_{23}}, & \sin \varphi_{R_{23}} &= \frac{R_{23}^{Y_2}}{R_{23}}.
 \end{aligned}$$

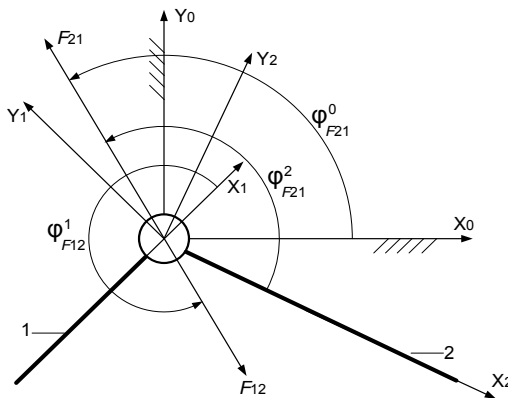


Рис. 2 Схема для расчета сил относительно подвижных звеньев

В программе нами создан алгоритм определения угла относительно подвижных звеньев механизма, учитывающий особенности

работы операторов вычисления в программе C#. Алгоритм работает следующим образом:

По заранее рассчитанным косинусам и синусам идет определение четверти, а за тем и определения самого угла.

Если косинус и синус больше 0, то это 1-я четверть и угол определяется по формуле

$$\varphi = \arccos(\varphi_{R_{23}}) \cdot 3,14/180.$$

Если косинус меньше 0, а синус больше 0, то это 2-я четверть и угол определяется по той же формуле.

Если косинус и синус меньше 0, то это 3-я четверть и угол определяется по формуле

$$\varphi = 180 + (180 - \arccos(\varphi_{R_{23}})) \cdot 3,14/180.$$

Если косинус больше 0, а синус меньше 0, то это 4-я четверть и угол определяется по формуле

$$\varphi = 360 - \arccos(\varphi_{R_{23}}) \cdot 3,14/180.$$

### *Литература*

1. Анципорович П.П., Акулич В.К., Дубовская Е.М. К вопросу об определении износа во вращательных кинематических парах рычажных механизмов // Теоретическая и прикладная механика. Межведомственный сборник научно-методических статей. Вып. 23. – Мн: БНТУ, 2008 – С. 178 – 181.