

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА АРМ WinMachine*

Пархоменко В.Г., Голдобин В.А., Яценко А.В.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Кулачковый механизм - это механизм, в состав которого входит кулачок, то есть звено, рабочая поверхность которого имеет переменную кривизну. Широко применяется в двигателях внутреннего сгорания, текстильных машинах, автоматах разного назначения, в приборах.

Проектирование кулачкового механизма предполагает не только решение конкретных инженерных расчетных задач, но и анализ полученных данных. В данной работе представлена последовательность проектирования кулачкового механизма с использованием модуля АРМ Cam программного комплекса АРМ WinMachine, который позволяет выполнить все необходимые расчеты и построения с минимальными потерями времени и с высокой степенью точности.

При проектировании кулачкового механизма исходными данными являются:

- принципиальная схема механизма, которая определяется его назначением. В данной работе – это кулачковый механизм, в котором осуществляется преобразование вращательного движения кулачка 1 в возвратно-вращательное движение толкателя 2 (коромысла) (рис.1).

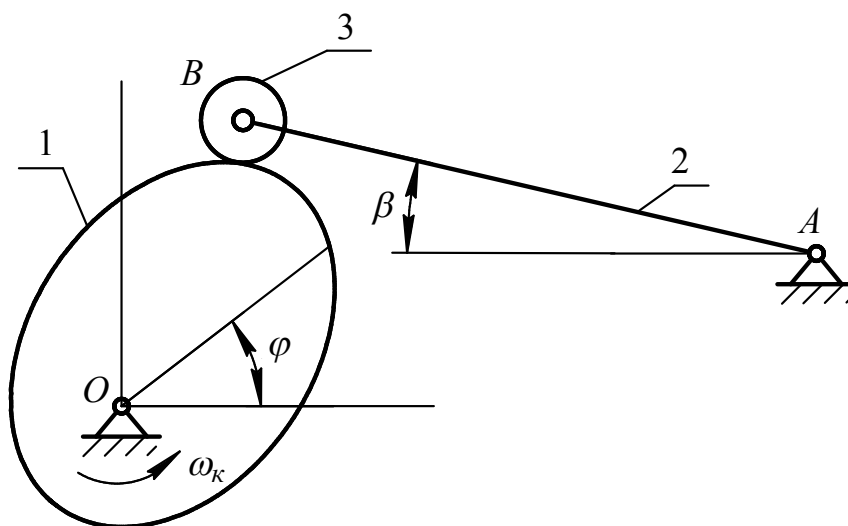


Рисунок 1 - Схема кулачкового механизма

- фазовые углы поворота кулачка, соответствующие удалению - φ_y , дальнему стоянию - φ_d , возвращению - φ_e и ближнему стоянию толкателя -

* <http://www.apm.ru/rus/machinebuilding/>

φ_{δ} . Значения указанных углов определяются условиями технологического процесса, осуществляемого с применением проектируемого кулачкового механизма. Цикл движения толкателя соответствует времени одного оборота кулачка, т.е.

$$\varphi_{\gamma} + \varphi_{\delta} + \varphi_{\epsilon} + \varphi_{\delta} = 360^{\circ}$$

Проектирование кулачкового механизма с использованием программного комплекса АРМ WinMachine рассматривается на примере расчёта кулачкового механизма со следующими данными:

$\beta_{\max} = 25^{\circ}$ - максимальный угол поворота толкателя;

$l_{AB} = 100 \text{ мм}$ - длина толкателя;

$l_{OA} = 200 \text{ мм}$ - межцентровое расстояние (между точками A и O);

$\alpha_{\max} = 40^{\circ}$ - максимальный угол давления;

$\varphi_{\gamma} = 80^{\circ}$, $\varphi_{\delta} = 15^{\circ}$, $\varphi_{\epsilon} = 65^{\circ}$ - значения фазовых углов.

Выбирается закон движения толкателя в виде одной из функций: либо зависимость углового перемещения толкателя в виде $\beta = \beta(\varphi)$, либо аналога угловой скорости $\frac{d\beta}{d\varphi}$, либо аналога углового ускорения $\frac{d^2\beta}{d\varphi^2}$ в функции угла поворота кулачка. Чаще всего задаётся последний закон - зависимость аналога углового ускорения $\frac{d^2\beta}{d\varphi^2}$ в функции угла поворота кулачка. В примере принят косинусоидальный закон изменения этого параметра.

Далее используется следующий порядок работы с модулем АРМ Cam.

- Выбор типа кулачкового механизма (с роликом и силовым замыканием (см. окно программы, рис. 2).

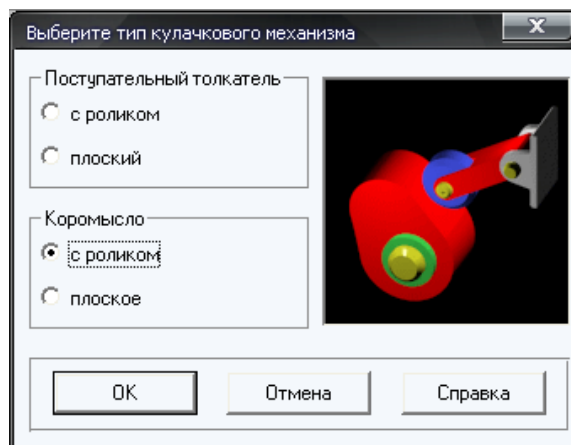


Рисунок 2 – Выбор типа кулачкового механизма

- Вводятся геометрические данные (см. окно программы, рис. 3).

- Вводятся физические данные (см. окно программы, рис. 4).

Равенство коэффициента запаса единице предполагает, что угол давления не превысит значения 40 градусов, величина допустимого контактного напряжения принята равной 800 МПа.

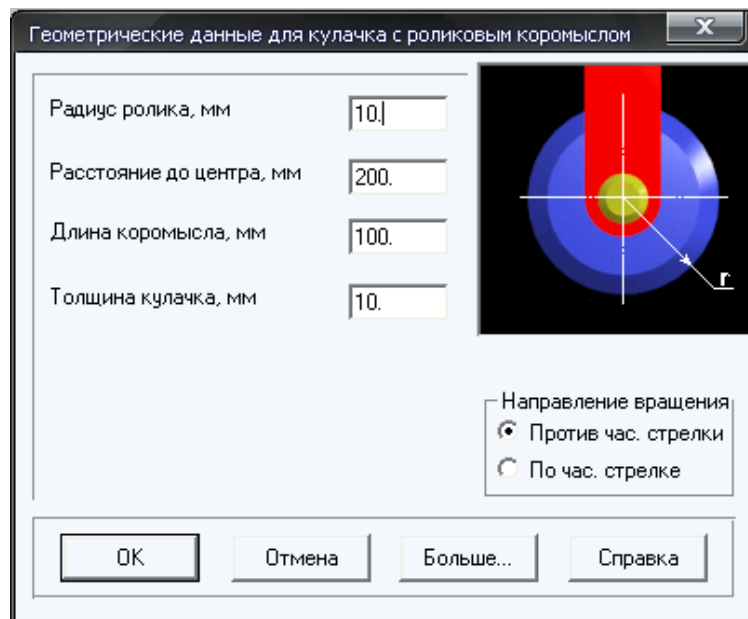


Рисунок 3 – Ввод геометрических данных

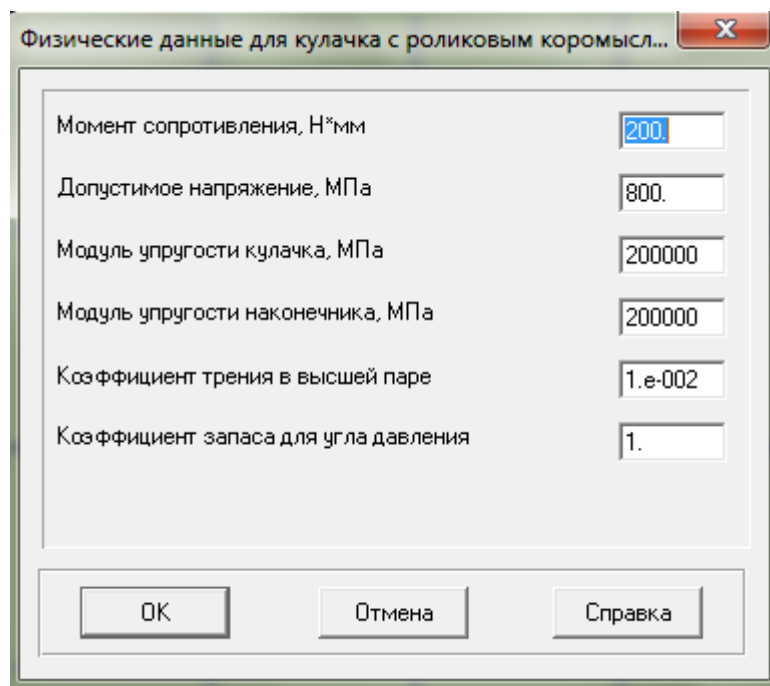


Рисунок 4 – Пример ввода физических данных

Задаётся закон движения в виде графика функции аналога углового ускорения $\frac{d^2\beta}{d\varphi^2}$ в функции угла поворота кулачка (график строится по табличным значениям, которые в данной работе не приводятся). Ввод закона движения является последним этапом подготовки к получению результатов расчёта.

Ввод в программу закона движения кулачка является заключительным этапом подготовки к расчёту.

Исходя из заданного закона движения с учётом максимально допустимой величины угла давления, модуль ARMSam автоматически выбирает профиль кулачка толкателя, диаметр (минимальный радиус центрального профиля кулачка), толщину и радиус толкателя – из ограничений по наибольшим напряжениям в контакте.

В качестве результатов работы модуля можно:

- просмотреть работу кулачкового механизма, используя при этом анимационные возможности программы (рис. 5);

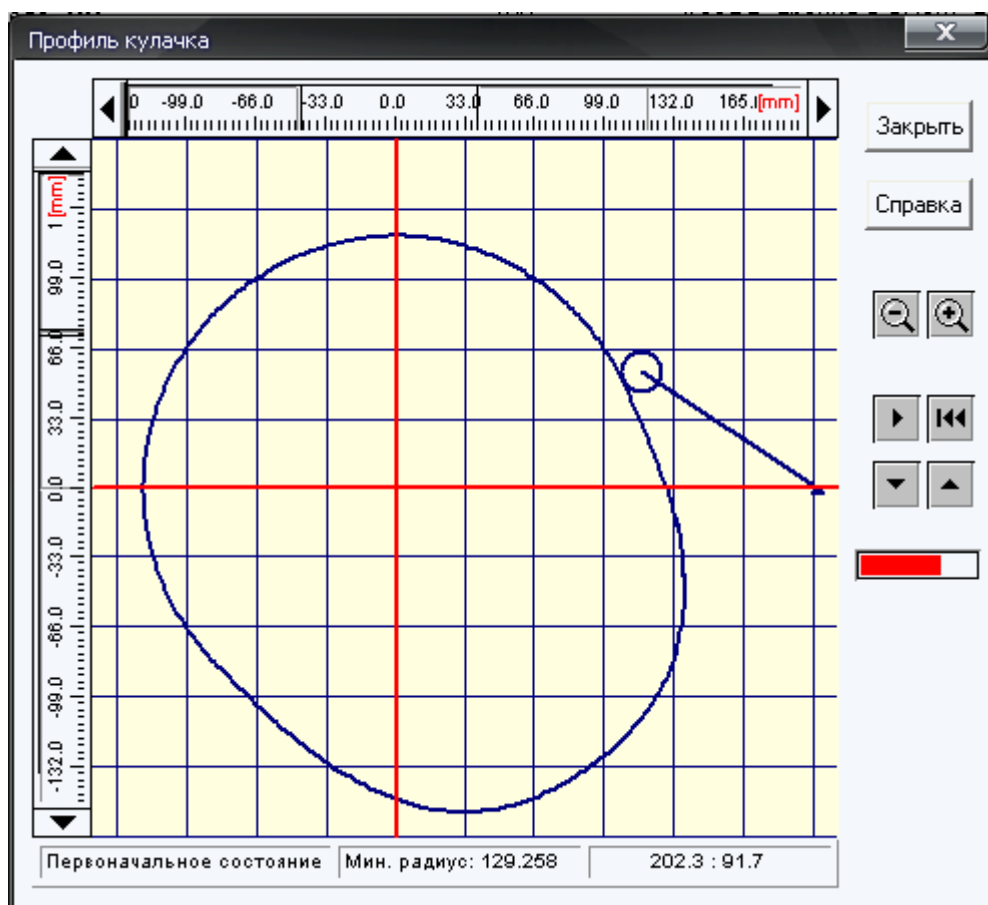


Рисунок 5 – Окно для анимационного просмотра работы механизма

- получить декартовы и полярные координаты внутренней огибающей и внешней огибающей (для геометрического замыкания кулачкового механизма), а также реального (действительного) профиля кулачка (таблицы значений в работе не приводятся);

- просмотреть график изменения угла давления в зависимости от угла поворота кулачка (рис.6), а также получить таблицу значений углов давления за цикл работы механизма;

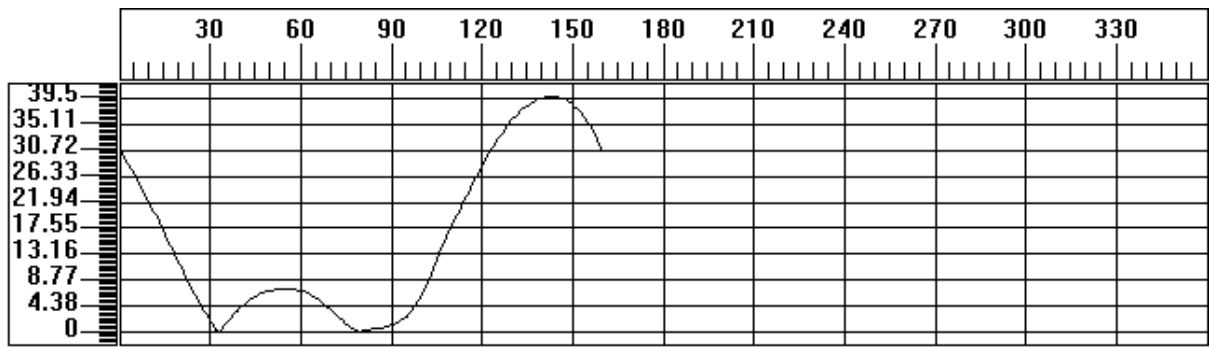


Рисунок 6 – График изменения угла давления (X: град; Y: град)

- построить действительный профиль кулачка (рис. 7) и рабочий чертеж кулачка, выполненный с учётом стандартных требований;

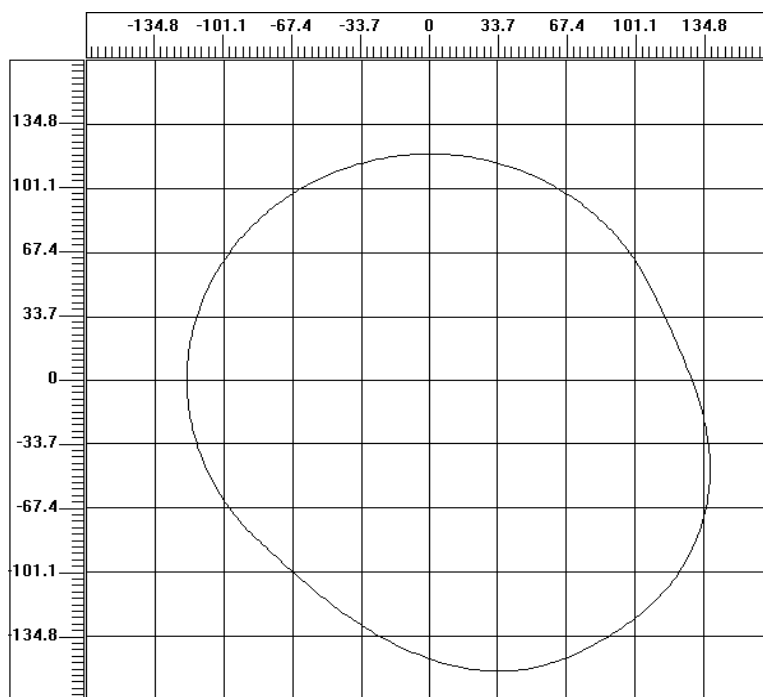


Рисунок 7 – Действительный профиль кулачка

- просмотреть графики углового перемещения, аналога угловой скорости и аналога углового ускорения толкателя (рис.8-10).

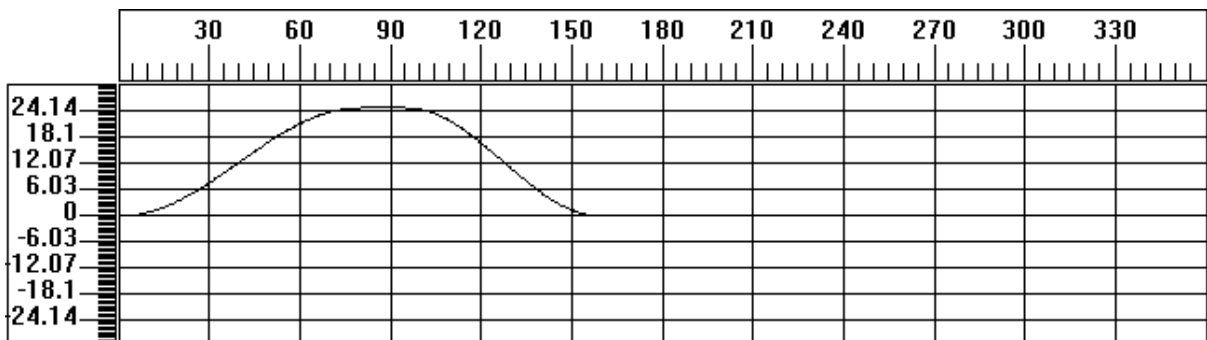


Рисунок 8 – График углового перемещения (X: град; Y: град)

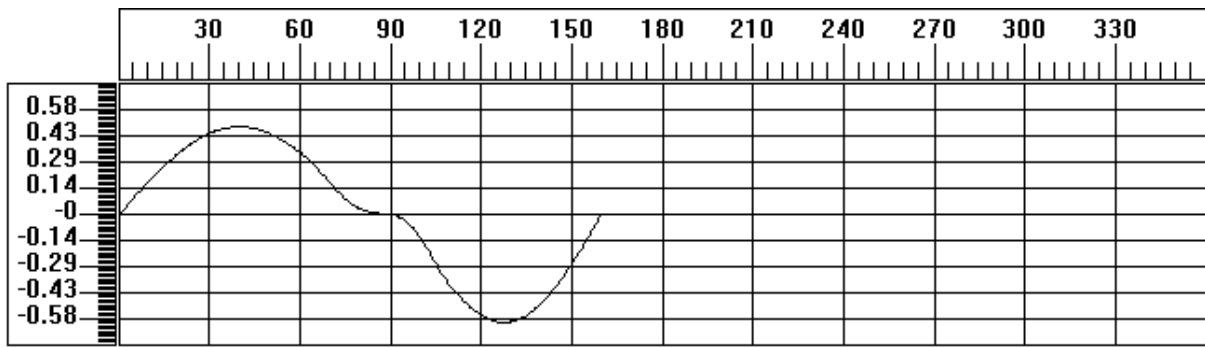


Рисунок 9 – График аналога угловой скорости (X: град; Y град/град:)

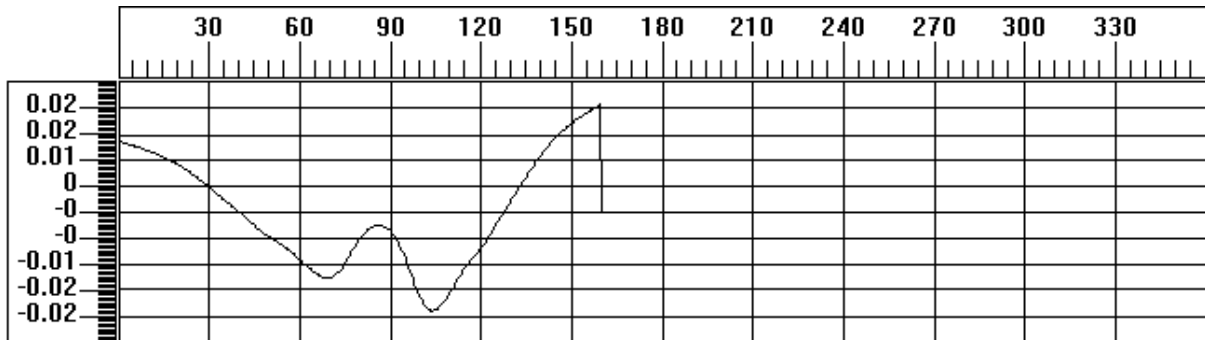


Рисунок 10 – График аналога углового ускорения (X: град; Y: град/град²)

Выводы: представленный метод проектирования кулачкового механизма с использованием модуля АРМ Cam позволяет с высокой степенью точности и с минимальными затратами времени получить результаты расчёта и графическую часть проектирования (построенный действительный профиль кулачка, приведённые таблицы координат действительного профиля кулачка, график изменения угла давления, графики законов движения толкателя, рабочий чертёж кулачка).

Использование результатов данной работы в курсовом проектировании по теории механизмов и машин будет способствовать повышению точности и существенной экономии времени при проектировании кулачкового механизма.