



**Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики
Министерство транспорта Донецкой Народной Республики
Донецкая академия транспорта**

МАТЕРИАЛЫ

**IV РЕСПУБЛИКАНСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ**

«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ»



в рамках 4-го Международного Научного форума Донецкой Народной Республики

12 апреля 2018 года

Донецк -2018

УДК 621.4

АЛГОРИТМ ХОДА ПОРШНЯ В ЦИЛИНДРЕ С ДЕЗАКСИАЛЬНЫМ КРИВОШИПНОШАТУННЫМ МЕХАНИЗМОМ И ЛЕВЫМ СМЕЩЕНИЕМ ОСИ ЦИЛИНДРА

Р.В. Лоскутов, ст. гр. АТР-16

*Е.А. Бондарь, к.т.н., доцент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей»
Донецкая академия транспорта, г. Донецк*

В работах (1, 2) кинематика элементов кривошипношатунных механизмов (КШМ) рассмотрена с некоторыми упрощающими допущениями, а кинематика элементов дезаксиального КШМ с левым смещением оси движения поршня по отношению к оси коленчатого вала не рассматривалась. Такой тип КШМ имеет место при рядном расположении цилиндров в двигателе внутреннего сгорания (ДВС). Таким образом, вопрос кинематики дезаксиального КШМ с левым смещением оси движения поршня требует дополнительного исследования.

Целью работы является получение расчетных зависимостей для определения хода поршня, скорости и ускорения его движения для дезаксиального КШМ с левым смещением оси движения поршня относительно оси коленчатого вала (КВ).

Схема КШМ с левым смещением оси движения поршня относительно оси коленчатого вала (КВ) показана на рисунке 1.

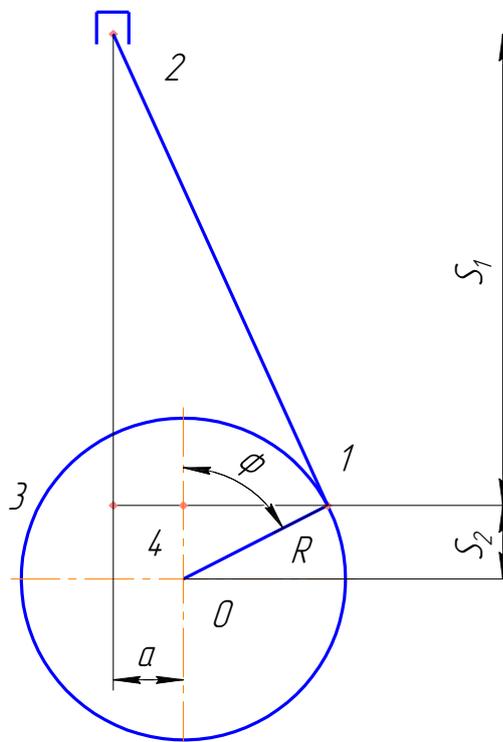


Рисунок 1 – Схема КШМ с левым смещением оси движения поршня относительно оси коленчатого вала (КВ)

Выразим для некоторого угла поворота кривошипа R от линии параллельной оси движения поршня расстояние от точки крепления кривошипа к поршню до точки пересечения с перпендикуляром, проходящем через ось КВ.

$$S = S_1 + S_2 \quad (1)$$

Величину $S_2 = l_{0-4}$ определим из треугольника Δ_{0-1-4}

$$S_2 = R \cdot \cos \varphi \quad (2)$$

Величину S_1 определим из треугольника Δ_{1-2-3}

$$S_1 = \sqrt{L^2 - l_{1-3}^2} \quad (3)$$

где

$$l_{1-3} = a + l_{1-4} = a + R \cdot \sin \varphi \quad (4)$$

Расстояние S определится из соотношений (1, 2, 3)

$$S = R \cdot \cos \varphi + \sqrt{L^2 - (a + R \sin \varphi)^2} \quad (5)$$

Скорость движения поршня в цилиндре определится как производная

$$dS / d\varphi \quad (6)$$

Из уравнения (6) следует

$$dS / d\varphi = -R \cdot \sin \varphi - \frac{R \cdot \cos \varphi (a + R \cdot \sin \varphi)}{\sqrt{L^2 - (a + R \cdot \sin \varphi)^2}} \quad (7)$$

Ускорение движения поршня в цилиндре определяется как вторая производная $d^2S / d\varphi^2$. Для получения этой величины необходимо продифференцировать по φ уравнение (7) и получим уравнение (8)

$$\frac{d^2S}{d^2\varphi} = -R \left\langle \cos \varphi - \frac{1}{\sqrt{(L/R)^2 - (a/R + \sin \varphi)^2}} \cdot \left[\cos^2 \varphi - \sin \varphi \cdot (a/R + \sin \varphi) + \frac{\cos^2 \varphi (a/R + \sin \varphi)^2}{(L/R)^2 - (a/R + \sin \varphi)^2} \right] \right\rangle$$

Для определения угла поворота коленчатого вала, при котором поршень находится в верхней мертвой точке ВМТ и нижней мертвой точке НМТ производную $dS / d\varphi$ - уравнение (7) приравняем нулю

$$dS / d\varphi = -R \cdot \sin \varphi - \frac{R \cdot \cos \varphi (a + R \cdot \sin \varphi)}{\sqrt{L^2 - (a + R \cdot \sin \varphi)^2}} = 0 \quad (9)$$

Уравнению (9) соответствуют два корня $\sin \varphi_1 = -\frac{a}{L+R}$ и $\sin \varphi_2 = \frac{a}{L-R}$. При этом ВМТ соответствует корень $\sin \varphi = -\frac{a}{L+R}$ и НМТ соответствует корень $\sin \varphi = \frac{a}{L+R}$.

Максимальное расстояние S_{MAX} можно определить, подставив в формулу (5) значение $\sin \varphi = -\frac{a}{L+R}$ и будем иметь ввиду, что $\sin \varphi = \sin(-\varphi)$ $\cos \varphi = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi}$.

$$S_{MAX} = R \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a}{L+R}\right)^2} + \sqrt{L^2 - \left(a - R \frac{a}{L+R}\right)^2} \quad (10)$$

После алгебраических преобразований получаем зависимость

$$S_{MAX} = (L+R) \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a}{L+R}\right)^2} \quad (11)$$

Минимальное расстояние S_{MIN} соответствует положению поршня в НМТ. Для определения S_{MIN} в формулу (5) подставим значение $\sin \varphi_2 = \frac{a}{L-R}$.

$$S_{MIN} = -R \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a}{L-R}\right)^2} + \sqrt{L^2 - \left(a - R \frac{a}{L-R}\right)^2} \quad (12)$$

После алгебраических преобразований получаем зависимость

$$S_{MIN} = (L - R) \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a}{L - R}\right)^2} \quad (13)$$

Ход поршня в цилиндре h будет равен разности расстояний S_{MAX} и S_{MIN} .

$$h = S_{MAX} - S_{MIN} = (L + R) \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a}{L + R}\right)^2} - (L - R) \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a}{L - R}\right)^2} \quad (14)$$

Для приближенной оценки хода поршня h в формуле (14) значение корней квадратных разложим в ряд Маклорена и ограничимся двумя членами ряда, то-есть:

$$\sqrt{1 - \left(\frac{a}{L + R}\right)^2} = 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{a}{L + R}\right)^2, \quad \sqrt{1 - \left(\frac{a}{L - R}\right)^2} = 1 - \left(\frac{a}{L - R}\right)^2 \quad (15)$$

С учетом упрощающих допущений (15) формулу (14) можно привести к виду

$$h = S_{MAX} - S_{MIN} = 2 \cdot R + a^2 \cdot R \frac{L^2 + R^2}{(L^2 - R^2)^2} \quad (16)$$

Выводы. Получены аналитические зависимости для определения углов поворота коленчатого вала при положении поршня в ВМТ и НМТ, а также зависимости для определения хода поршня в цилиндре.

Список литературы:

1. Тепловозные двигатели внутреннего сгорания: Учебник для вузов/ А.Э. Симсон, А.З. Хомич, А.А. Куриц и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1987. - 536 с.
2. Локомотивные энергетические установки: Учебник для вузов ж.-д. трансп./А.И. Володин, В.З. Зюбанов, В.Д. Кузьмич и др.; Под ред. А.И. Володина. М.: ИПК «Желдориздат», 2002.— 718 с.

УДК 531.629.113

О ВЛИЯНИИ ДИНЫ ПЯТОЧКА КОНТАКТА НА ЧАСТОТУ ШУМОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ШИНЫ АВТОМОБИЛЯ

Любченко М.В., ст. гр. 1-ТТП-17, ДАТ

Сунцов А.Н., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры «Математические методы и автоматизированное проектирование»

Сунцов Н.В., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой «Математические методы и автоматизированное проектирование»

Донецкая академия транспорта, г. Донецк

Звук, который издает шина при качении, очевидно, являются сложным. Его можно разложить на составляющие (основной тон, обертоны, шумы). Влияние обертонов на форму основного тона колебания будет существенным лишь в случае значительных значений амплитуды относительно соответствующих значений основного тона колебаний. При малых амплитудах обертонов график результирующего колебания будет практически совпадать с графиком основного колебания.

Можно рассмотреть три главных колебания в области пятка контакта :

- колебания №1 точек беговой дорожки шины в направлении перпендикулярном ее поверхности и оси колеса;
- два противофазных колебания (№2 и №3) боковых поверхностей шины параллельно оси колеса. Все указанные колебания, возникающие при деформации колеса, приводят к