УДК 621.83

А.Ф.Кириченко, А.И. Павлов, В.В.Немцев

ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРИВЕДЕННОГО РАДИУСА КРИВИЗНЫ В ЗАЦЕПЛЕНИИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Постановка проблемы. Значение приведенного радиуса кривизны в зацеплении зубчатых передач является наиболее важным параметром, определяющим величину контактных напряжений. Графическое представление приведенного радиуса дает наглядное изображение для сравнительного анализа различных зацеплений. В литературе по теории зацеплений этот вопрос не рассматривается.

Таким образом, **цель** работы – графическое изображение приведенного радиуса кривизны в зацеплении. Контакт в полюсе передачи является наиболее важным вопросом, поэтому все **исследования** проведем для контакта в полюсе передачи. Для графического изображения приведенного радиуса кривизны необходимо получить аналитические выражения, поэтому рассмотрим построение Бобилье для разных систем зацепления.

На рис.1 выполнено построение Бобилье для эвольвентного зацепления с углом зацепления α и передаточным отношением u и для эволютного зацепления [1-4] с теми же параметрами. Поэтому величина коэффициента разновидности определяется проведением луча WD из полюса зацепления под углом α к межосевой линии.

Радиусы кривизн в эвольвентном зацеплении для контакта в полюсе передачи равны:

$$\begin{aligned} C_1W &= ur\sin\alpha, \\ C_2W &= r\sin\alpha, \end{aligned} \tag{1}$$

где r – радиус делительной окружности шестерни $WO_1 = r$. Следовательно, приведенный радиус кривизны эвольвентного зацепления в полюсе передачи

$$\rho_{np} = \frac{ur\sin\alpha}{u+1}, \tag{2}$$

что отражается отрезком WM, построенным следующим образом. На луче C_2O_1 откладывается отрезок $C_2G=C_2W$, затем C_1 соединяем с точкой G, и точка M пересечения C_1G с WD определяет приведенный радиус WM. Доказать это просто, если рассмотреть подобные треугольники C_2GC_1 и WMC_1:

$$\frac{WM}{C_2G} = \frac{C_1W}{C_1C_2} \tag{3}$$

Для построения приведенного радиуса кривизны эволютного зацепления необходимо из мгновенного центра D провести линию DF|| C_1C_2 до пересечения с межосевой линией O_1O_2. Доказательство этого факта: приведенный радиус кривизны эволютного зацепления при выпукло-вогнутом контакте определяется по формуле

$$\rho_{np} = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 - \rho_2}, \tag{4}$$

где

$$\rho_1 = C_1W; \tag{5}$$

$$\rho_3 = \frac{urk \sin\alpha}{ur \sin\alpha \cos\alpha + k}. \tag{6}$$

Формула (6) получена из рассмотрения подобных треугольников O_2WC_3 и O_2FD, для которых записана пропорция

$$\frac{O_2W}{O_2W+WF} = \frac{WC_3}{FD}. \tag{7}$$

Величины сторон треугольников определяются из формул:

$$O_2W = ur; \tag{8}$$

$$WF = kctg\alpha + ktg\alpha = k/\sin\alpha\cos\alpha\,; \tag{9}$$

$$WC_3 = \rho_3; \tag{10}$$

$$FD = k/\cos\alpha\,. \tag{11}$$

После подстановки в (4) значений радиусов кривизны (2) и (10), получим, что

$$\rho_{np} = \frac{k}{\cos\alpha}, \tag{13}$$

 ISSN 1562-9945

следовательно, FD=$\rho_{пр}$. Случай по отношению к эволютному зацеплению, рассмотренный выше, является частным. В общем случае приведенный радиус кривизны в зацеплении будет отрезок на линии общей нормали в точке контакта (рис.2), построенный следующим образом. Из центра вращения O_1 проводим луч параллельно линии общей нормали C_1C_2 до пересечения с лучом WD. Далее соединяем точку D с центром O_2. Точка пересечения C_3 дает отрезок C_3W, который и является величиной приведенного радиуса кривизны в зацеплении.

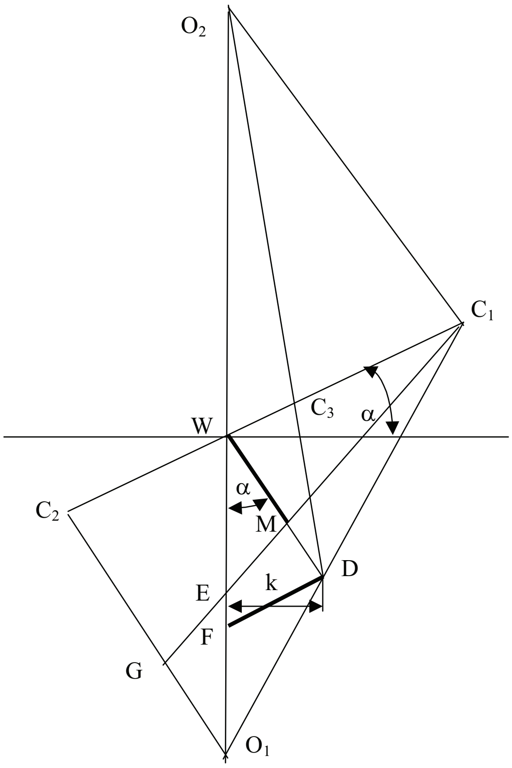


Рисунок 1. Построение Бобилье для частных случаев

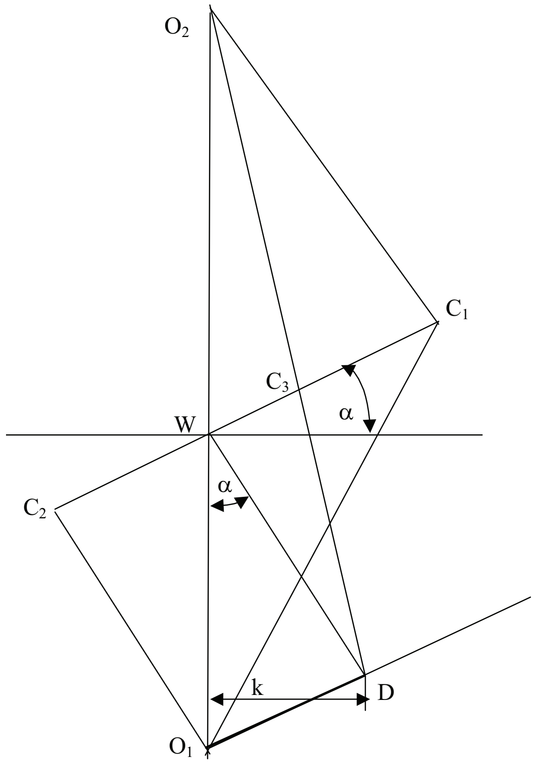


Рисунок 2. Построение Бобилье для эволютного зацепления

Анализируя полученные выражения для приведенных радиусов кривизны в полюсе передачи отметим, что для эвольвентного зацепления $\rho_{пр}$ зависит от параметров передачи: передаточного отношения u, радиуса делительной окружности r и угла зацепления. Не зависит $\rho_{пр}$ от значения коэффициента разновидности k. Для эволютного зацепления также приведенный радиус кривизны не зависит от значения коэффициента разновидности. Предельное значение коэффициента разновидности $k = 0{,}5r\sin 2\alpha$, а приведенного радиуса кривизны $\rho_{пр}$=rsinα.

В общем случае построение приведенного радиуса кривизны в зубчатом зацеплении можно выполнить следующим образом. Пусть имеется нормаль в зацеплении с центрами кривизны C_1 и C_2 и точкой контакта К (рис.3). Центры кривизны в данном случае расположены по разные стороны от точки контакта. Это свидетельствует о контактировании двух выпуклых поверхностей. Из точки C_2 проводим луч под произвольным углом и откладываем на нем величину от точки К

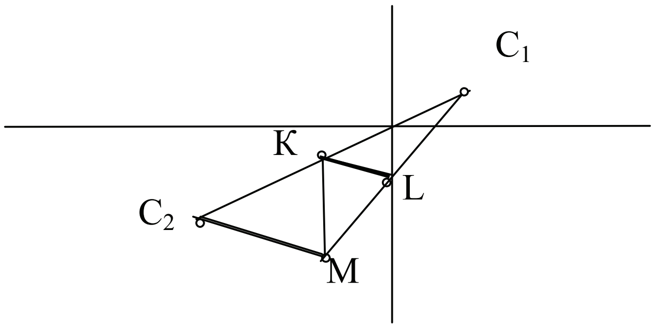


Рисунок 3. Приведенный радиус кривизны в зацеплении с двояковыпуклым контактом

$C_2M=C_2K$. Соединяем точку М со вторым центром C_1, а из точки контакта проводим луч KL параллельно C_2M до пересечения с C_1M. Точка пересечения L дает отрезок KL, равный приведенному радиусу кривизны.

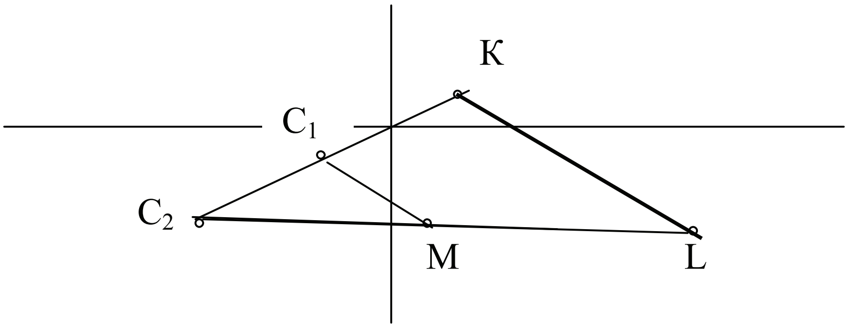
В случае выпукло-вогнутого контакта (рис.4) аналогично из точки C_2 проводим луч под произвольным углом и откладываем от точки C_1 на нем величину $C_1M=C_1K$. Из точки К проводим KL параллельно C_1M до пересечения с продолжением C_2M. Точка пересечения L дает отрезок KL, равный приведенному радиусу кривизны.

Доказательство справедливости построений видна из формулы, записанной на основании подобия треугольников:

$$\frac{\rho_{np}}{\rho_1}=\frac{\rho_2}{\Sigma\rho}\quad,$$

полученной на основании определения приведенного радиуса ρ_{np}(4). Под значением $\Sigma\rho$ надо понимать сумму абсолютных значений радиусов кривизн контактирующих поверхностей, при этом в случае выпукло-вогнутого контакта эта сумма приобретает вид разности.

 ISSN 1562-9945



Из приведенных рисунков видно, насколько больше величина приведенного радиуса кривизны в случае выпукло-вогнутого контакта, а также влияние полюсного расстояния на его величину.

Выводы.

1.Графическое определение значения приведенного радиуса кривизны позволяет анализировать его изменение от вида контакта и параметров передачи.

2.В полюсе передачи любого вида зацепления приведенный радиус кривизны зависит от угла зацепления, числа зубьев передачи и передаточного отношения и не зависит от коэффициента разновидности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов А. И. Особенности построения зацеплений с выпукло-вогнутым контактом // Вестник Харьковского гос. политехн. ун-та.- 1999, вып. 50.-С. 135-141.

2. Павлов А.И. Зацепления с выпукло-вогнутым контактом для силовых зубчатых передач //Вестник ХГПУ. - Харьков. - 2000, вып. 68.-С. 49-53.

3.Кириченко А.Ф., Матюшенко Н.В., Павлов А.И. Аналитическое описание эволютного зацепления. // Вестник Харьковского национального технического университета “ХПИ”. - Вып.9, т. 2.- Харьков.-2003.-С.23-26.

4. Кириченко А.Ф., Павлов А.І. Подальший розвиток теорії зачеплень для побудови силових зубчастих передач //”Машинознавство”, Львів, N10, 2003.- С.34-36.

Получено 17.03.2006 г.