

## ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ СМЕЩЕНИЯ ЭКСЦЕНТРИЧНОЙ ПЛАНЕТАРНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Автаева Т. М.

Научные руководители - профессор Синенко Е. Г., доцент Конищева О. В.  
Сибирский федеральный университет

На геометрию и качественные показатели зубчатого замещения вообще и планетарного в частности влияет положение режущего инструмента относительно заготовки при нарезании колес. Это положение определяется коэффициентом смещения, от которого зависят коэффициент перекрытия, толщина зубьев у основания и вершины, наличие или отсутствие подрезания, то есть факторы, влияющие на прочность зубьев. И если для рядных зубчатых и соосных планетарных передач выбор коэффициентов смещения отработан, то для несоосных (эксцентричных) планетарных передач вопрос выбора коэффициентов смещения остается открытым.

В несоосной планетарной передаче центра внутреннего и наружного центральных колес смещены на величину эксцентриситета  $e$  за счет применения сателлитов различных диаметров (рис.1).

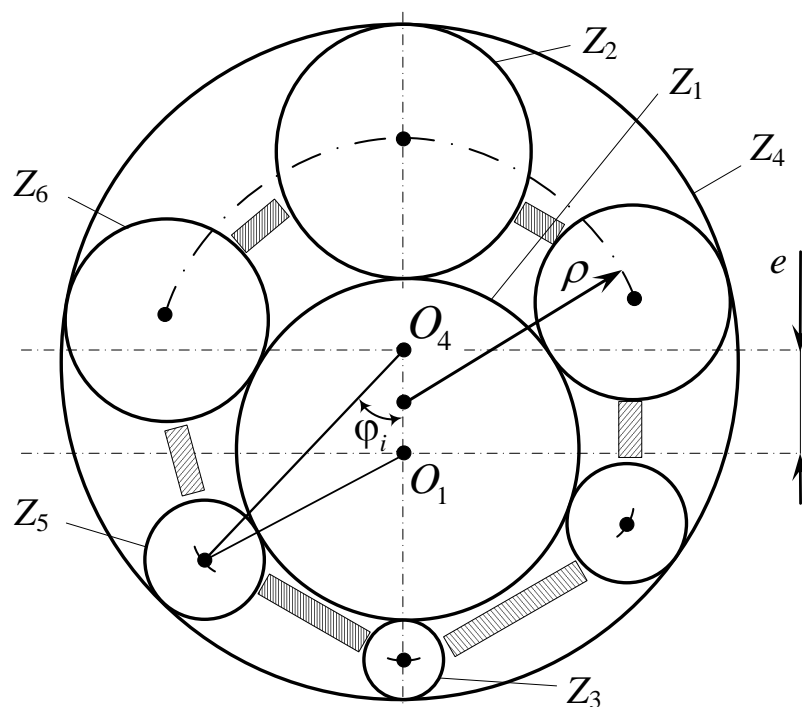


Рисунок 1 – Схема несоосного планетарного механизма

Делительные диаметры сателлитов подчиняются закону

$$d_i = r_1(U_{1-4}^{(n)} - 1) - e \cdot \cos(\varphi_i) \quad (1)$$

Здесь  $r_1$  – радиус внутреннего центрального колеса;  $U_{1-4}$  – передаточное число в паре  $z_4 - z_1$  при остановленном водиле;  $e$  – эксцентриситет смещения центральных колес;  $\varphi_i$  – угол расположения  $i$ -го сателлита.

Следовательно, числа зубьев сателлитов также будут различными, различными будут и их размеры. На рис. 2 показано зацепление минимального и максимального сателлитов с центральными колесами.

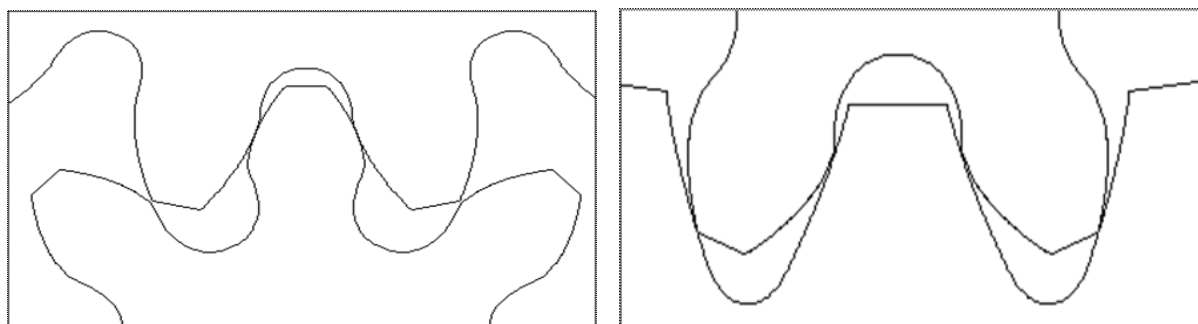


Рисунок 2 – Схема зацеплений минимального сателлита с центральными колесами; коэффициент смещения всех колес  $x = 0$

Учитывая, что условия зацепления минимального, максимального, а также промежуточных сателлитов не одинаковы (рис. 2), к выбору коэффициентов смещения необходимо подходить индивидуально. Можно, например, для улучшения качества зацепления сателлитов увеличивать число зубьев минимального сателлита до допустимого из условия подрезания, но, при этом, увеличится число зубьев остальных сателлитов и размер передачи значительно увеличивается.

Так как делительные диаметры сателлитов подчиняются закону (1), то и их числа зубьев подчиняются этому закону, следовательно, и коэффициенты смещения для всех сателлитов должны определяться в соответствии с (1).

Минимальная величина относительного смещения  $x$ , обеспечивающая отсутствие подрезания зуба у основания, находится по зависимости

$$x_{\min} = 1 - \frac{z}{17}, \quad (2)$$

где  $z$  – число зубьев нарезаемого колеса.

Определим далее из (1) числа зубьев сателлитов, расположенных под углом  $\varphi_i$  по отношению к оси симметрии передачи:

$$m \cdot z_i = r_1 (U_{1-4}^{(n)} - 1) - e \cdot \cos(\varphi_i), \quad (3)$$

откуда

$$z_i = \frac{r_1 (U_{1-4}^{(n)} - 1) - e \cdot \cos(\varphi_i)}{m}. \quad (4)$$

Минимальный коэффициент смещения, при котором не происходит подрезания зуба у основания определим, подставив в (2) вместо  $z$  значение  $z_i$  из (4) и получим:

$$x_{i\min} = 1 - \frac{r_1 (U_{1-4}^{(n)} - 1) - e \cdot \cos(\varphi_i)}{17 \cdot m}. \quad (5)$$

Определим, например, коэффициенты смещения для передачи по схеме (рис. 1) со следующими параметрами:  $r_1 = 40$  мм,  $e = 40$  мм,  $m = 5$  мм,  $U_{1-4} = 3$  по формуле (5) имеем

$$x(0) = 1 - \frac{r_1(U_{1-4}^{(n)} - 1) - e \cdot \cos(\varphi_i)}{17 \cdot m} = 1 - \frac{80 - 40 \cdot \cos(0^\circ)}{85} = 0,529;$$

$$x(60) = 1 - \frac{r_1(U_{1-4}^{(n)} - 1) - e \cdot \cos(\varphi_i)}{17 \cdot m} = 1 - \frac{80 - 20}{85} = 0,294;$$

$$x(120) = 1 - \frac{r_1(U_{1-4}^{(n)} - 1) - e \cdot \cos(\varphi_i)}{17 \cdot m} = 1 - \frac{80 + 20}{85} = -0,176;$$

$$x(180) = 1 - \frac{r_1(U_{1-4}^{(n)} - 1) - e \cdot \cos(\varphi_i)}{17 \cdot m} = 1 - \frac{80 + 40}{85} = -0,412.$$

Спроектируем далее указанную передачу с сателлитами, построенными с учетом полученных коэффициентов смещения (рис. 3).

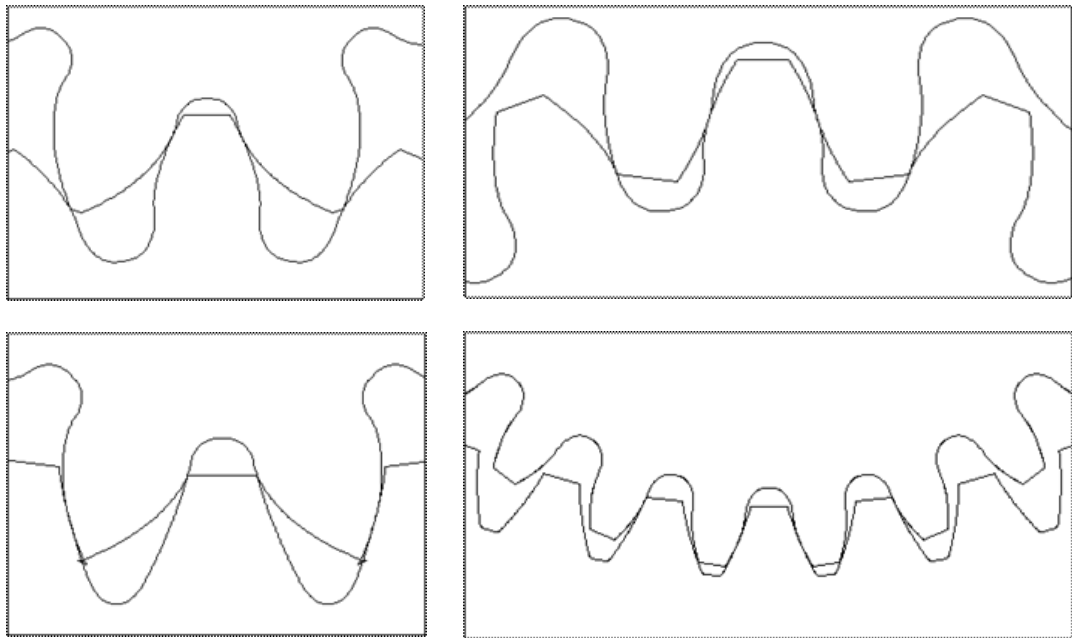


Рисунок 3 – Схема зацеплений минимального и максимального сателлитов

*a* - схема замещения минимального сателлита,

*б* - схема замещения максимального сателлита

Из рис. 2 и рис. 3 видно, что предложенная методика расчета коэффициентов смещения сателлитов несоосной планетарной передачи дает положительные результаты. Для примера была принята самая неблагоприятная схема; минимальный сателлит имеет 8 зубьев, максимальный – 24 зуба (это определяется по формуле (4)).

Таким образом, при проектировании несоосных планетарных передач целесообразно применять предложенную методику выбора коэффициентов смещения даже в тех случаях, когда минимальное число зубьев сателлита будет  $z_{\min} \geq 17$ .