

Экспериментальные и теоретические исследования подшипников качения сателлитов//Детали машин.-Киев: Техника. - Вып. 44. –1987. – с. 126-133. 9. *Перель Л.Я.* Подшипники качения: расчет, проектирование и обслуживание опор: справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 543с. 10. Подшипники. Рабочие и эксплуатационные характеристики подшипников устанавливаемых в подшипниковых узлах машин, механизмов и приборов. Общий каталог. Под общ. ред. *В.А.Кузнецова*. М.: НИА «Подшипник-МНИАП» 2005. - 458 с. 11. *Державец Ю.А., Кудряцев В.Н., Федоров В.Ф.* Изгибная выносимость зубьев сателлитов с тонким ободом//Вестник машиностроения.- 1981.-№5.- С.14-19.

Поступила в редакцию 20.05.2006

## УДК 621.833

***А.Ф. КИРИЧЕНКО***, докт. техн. наук, г. Харьков, НТУ «ХПИ»  
***П.С. БЕСЧЕРЕВНЫХ***, асп, г. Харьков, НТУ «ХПИ»  
***С.В.КРАВЧУК***, ОАО «Майкопский редукторный завод”

### **ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА ГК-3.18.01.002 МАЙКОПСКОГО РЕДУКТОРНОГО ЗАВОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ R-ФУНКЦИЙ.**

У представлений статті показано застосування метода R-функцій для побудови геометричної області конічного прямокутного зубчатого колеса стосовно конкретної зубчатої передачі

This article indicated application of R-function's method for building geometrical field conic gear for specific gear.

В представленной статье показано применение метода R-функций для построения геометрической области конического прямокутного зубчатого колеса, полученного ранее для общего случая [2, 3], применительно для конкретной зубчатой передачи ГК-3.18.01.002, производимой на Майкопском редукторном заводе.

В дальнейшем для проведения конкретных расчетов понадобятся некоторые параметры, определяющие конкретную геометрию конического зубчатого колеса (фрагмент чертежа на рис. 1), а именно:

$R_e = 125,8309$  — радиус делительной окружности на развертке дополнительного конуса;

$m = 6$  — торцовый модуль зацепления конического колеса;

$R_a = 131,8309$  — радиус окружности на развертке дополнительного конуса, ограничивающей зубья по высоте (конус выступов);

$R_j = 119,8309$  — радиус окружности на развертке дополнительного конуса, ограничивающей активную часть зуба до перехода в выкружку;

$R_f = 118,3309$  — радиус окружности на развертке дополнительного конуса, являющейся днищем впадин;

$r_b = 24$  — радиус отверстия под вал;

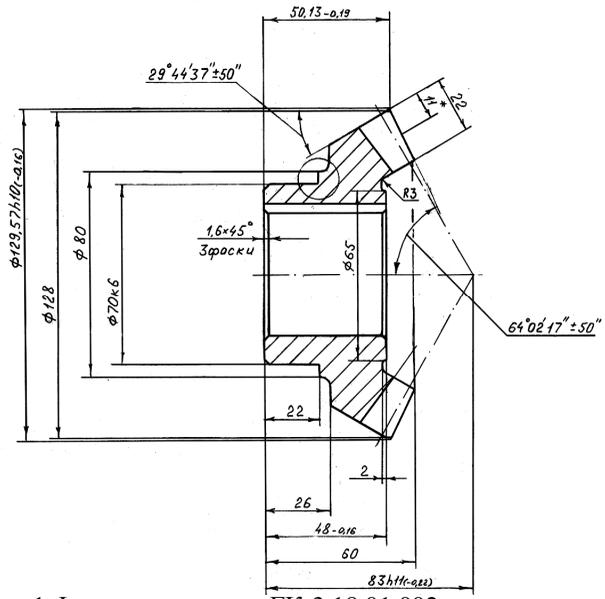


Рис.1 Фрагмент чертежа ГК-3.18.01.002

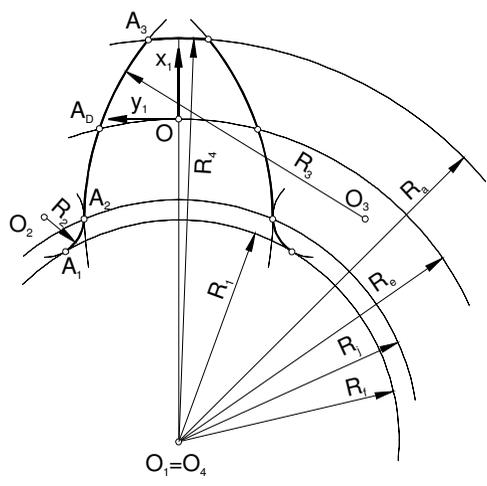


Рис. 2 Схема развертки дополнительного конуса

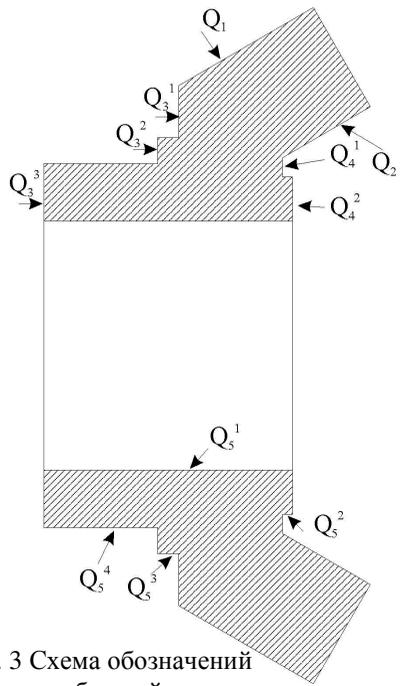


Рис. 3 Схема обозначений опорных областей

$D_1 = 37$ ,  $D_2 = 35$  — расстояния от вершины делительного конуса до внутреннего торца ступицы (рис. 1.1)

$F_1 = 57$ ,  $F_2 = 61$ ,  $F_3 = 83$  — то же до внешнего торца ступицы:

$R_{D_2} = 32,5$ ,  $R_{F_2} = 40$ ,  $R_{F_3} = 35$  — радиусы дополнительных цилиндрических поверхностей ступицы, соответственно:

$L_e = 71,8997$  — длина образующей делительного конуса;

$\delta_1 = 60^\circ 15' 23'' = 60,2564^\circ$  — угол делительного конуса

$z_1 = 21$  — число зубьев рассчитываемого колеса;

$b = 22$  — ширина венца зубчатого колеса.

Для однозначного определения опорных областей необходимо иметь следующие параметры:  $x_{o1}$ ,  $y_{o1}$ ,  $R_1$ ,  $x_{o2}$ ,  $y_{o2}$ ,  $R_2$ ,  $x_{o3}$ ,  $y_{o3}$ ,  $R_3$ ,  $x_{o4}$ ,  $y_{o4}$ ,  $R_4$ . Смысл этих параметров ясен из рис. 2 и 3.

$$x_{o1} = -125,8309; y_{o1} = 0; R_1 = 118,8309$$

$$x_{o2} = -6,3566; y_{o2} = -11,8479; R_2 = 1,7294$$

$$x_{o3} = -7,8748; y_{o3} = 24,8472; R_3 = 34,997$$

$$x_{o4} = -125,8309; y_{o4} = 0; R_4 = 131,8309$$

Подставляя численные значения, полученные выше, в уравнения из [2], получаем выражения для опорных областей зубчатого колеса:

$$Q_1 = (0,4961x_1 - 0,8683z_1 + 62,4272)^2 + y_1^2 \leq 0,3265(0,8683x_1 + 0,4961z_1 + 109,2033)^2 \quad (1)$$

$$Q_2 = (0,4961x_1 - 0,8683z_1 + 62,4272)^2 + y_1^2 \geq 0,3265(0,8683x_1 + 0,4961z_1 + 64,9092)^2 \quad (2)$$

$$Q_3^1 = 0,8683x_1 + 0,4961z_1 \geq -21,3291 \quad (3)$$

$$Q_3^2 = 0,8683x_1 + 0,4961z_1 \geq -26,3291 \quad (4)$$

$$Q_3^3 = 0,8683x_1 + 0,4961z_1 \geq -47,3291 \quad (5)$$

$$Q_4^1 = 0,8683x_1 + 0,4961z_1 \leq -1,3291 \quad (6)$$

$$Q_4^2 = 0,8683x_1 + 0,4961z_1 \leq 0,6708 \quad (7)$$

$$Q_5^1 = (0,4961x_1 - 0,8683z_1 + 62,4272)^2 + y_1^2 \geq 576 \quad (8)$$

$$Q_5^2 = (0,4961x_1 - 0,8683z_1 + 62,4272)^2 + y_1^2 \leq 1056,25 \quad (9)$$

$$Q_5^3 = (0,4961x_1 - 0,8683z_1 + 62,4272)^2 + y_1^2 \leq 1600 \quad (10)$$

$$Q_5^4 = (0,4961x_1 - 0,8683z_1 + 62,4272)^2 + y_1^2 \leq 1225 \quad (11)$$

$$Q_6^1 = (71,8997x_1 + 125,8309(71,8997 - z_1))^2 + 5169,5669y_1^2 \leq 8507,9562^2(71,8997 - z)^2 \quad (12)$$

$$Q_6^2 = (71,8997x_1 + 6,3566(71,8997 - z_1))^2 + (71,8997y_1 + 11,8479(71,8997 - z_1))^2 \geq 124,3133^2(71,8997 - z)^2 \quad (13)$$

$$Q_3^3 = (71,8997x_1 + 7,8748(71,8997 - z_1))^2 + (71,8997y_1 - 24,8472(71,8997 - z_1))^2 \leq 2516,2738^2(71,8997 - z)^2 \quad (14)$$

$$Q_6^4 = (71,8997x_1 + 125,8309(71,8997 - z_1))^2 + 5169,5669y_1^2 \leq 9478,6022^2 \cdot (71,8997 - z)^2 \quad (15)$$

$$Q_6^5 = (71,8997x_1 + 7,8748(71,8997 - z_1))^2 + (71,8997y_1 + 24,8472(71,8997 - z_1))^2 \leq 2516,2738^2 \cdot (71,8997 - z)^2 \quad (16)$$

$$Q_6^6 = (71,8997x_1 + 6,3566(71,8997 - z_1))^2 + (71,8997y_1 - 11,8479(71,8997 - z_1))^2 \geq 124,3133^2 \cdot (71,8997 - z)^2 \quad (17)$$

$$Q_{D1} = (71,8997x_1 + 125,8309(71,8997 - z_1))^2 + 5169,5669y_1^2 \leq 8615,8058^2 \cdot (71,8997 - z)^2 \quad (18)$$

$$Q_{D2} = y_1 \geq -0,0992x_1 - 12,4783 \quad (19)$$

$$Q_{D3} = y_1 \leq 0,0992x_1 + 12,4783 \quad (20)$$

Построим область конического зубчатого колеса, используя полученные выше опорные области:

$$Q_p = Q_6^3 \wedge Q_6^4 \wedge Q_6^5 \wedge \overline{Q_{D1}} \quad (21)$$

и область перехода зуба в тело зубчатого колеса:

$$Q_{\Pi} = Q_{D1} \wedge Q_{D2} \wedge Q_{D3} \wedge Q_6^2 \wedge Q_6^6 \quad (22)$$

Объединяя (21) и

(22), получим выражение для зуба конического зубчатого колеса:

$$Q_3 = Q_p \vee Q_{\Pi} \vee Q_6^1 = (Q_6^3 \wedge Q_6^4 \wedge Q_6^5 \wedge \overline{Q_{D1}}) \vee (Q_{D1} \wedge Q_{D2} \wedge Q_{D3} \wedge Q_6^2 \wedge Q_6^6) \vee Q_6^1 \quad (23)$$

Введем области  $P_1$  и  $P_2$  таким образом:

$$P_1 = Q_1 \wedge Q_3^1 \quad (24)$$

$$P_2 = Q_2 \vee Q_4^1 \quad (25)$$

$$P_3 = Q_4^2 \wedge \overline{Q_4^1} \wedge Q_5^2 \quad (26)$$

$$P_4 = Q_3^2 \wedge \overline{Q_3^1} \wedge Q_5^3 \quad (27)$$

$$P_5 = Q_3^3 \wedge \overline{Q_3^1} \wedge Q_5^4 \quad (28)$$

в результате пересечения областей (23),

(24) с

(25)

и

объединения с (26), (27), (28) получим:

$$\begin{aligned}
Q_K &= (Q_3 \wedge P_1 \wedge P_2) \vee P_3 \vee P_4 \vee P_5 = \\
&= \left( \left[ (Q_6^3 \wedge Q_6^4 \wedge Q_6^5 \wedge \overline{Q_{D1}}) \vee (Q_{D1} \wedge Q_{D2} \wedge Q_{D3} \wedge Q_6^2 \wedge Q_6^6) \vee Q_6^1 \right] \wedge \right. \\
&\quad \left. \wedge [Q_1 \wedge Q_3] \wedge [Q_2 \vee Q_4] \right) \vee (Q_4^2 \wedge \overline{Q_4^1} \wedge Q_5^2) \vee (Q_3^2 \wedge \overline{Q_3^1} \wedge Q_5^3) \vee (Q_3^3 \wedge \overline{Q_3^1} \wedge Q_5^4)
\end{aligned}
\tag{29}$$

Тогда, окончательно, получим полную область прямозубого конического зубчатого колеса:

$$\begin{aligned}
Q &= Q_K \wedge Q_5^1 = \left[ \left[ (Q_6^3 \wedge Q_6^4 \wedge Q_6^5 \wedge \overline{Q_{D1}}) \vee (Q_{D1} \wedge Q_{D2} \wedge Q_{D3} \wedge Q_6^2 \wedge Q_6^6) \vee Q_6^1 \right] \wedge \right. \\
&\quad \left. \wedge [Q_1 \wedge Q_3] \wedge [Q_2 \vee Q_4] \right] \vee (Q_4^2 \wedge \overline{Q_4^1} \wedge Q_5^2) \vee (Q_3^2 \wedge \overline{Q_3^1} \wedge Q_5^3) \vee (Q_3^3 \wedge \overline{Q_3^1} \wedge Q_5^4)
\end{aligned}
\tag{30}$$

Таким образом, построена геометрическая модель области прямозубого конического зубчатого колеса

(30), максимально приближенная к реальной области зубчатого колеса благодаря использованию арифметико-логических свойств R-функций.

**Список литературы:** 1 Производство зубчатых колес// Справочник под ред. д.т.н., проф. Б. А. Тайца. Изд. Машиностроение, 2-е, переработанное. М., 1975. 728с. 2. *Кириченко А.Ф., Бесчеревных П.С.* Геометрическое моделирование граничной поверхности области зуба прямозубого конического зубчатого колеса. Вестник ХГПУ №50. – Харьков, 1999. с.128-134. 3. *Кириченко А.Ф., Бесчеревных П.С.* Математическое моделирование торцевого профиля прямого зуба конического колеса. Вестник ХГПУ №85. – Харьков, 1999. с.108-117.

**УДК 621.833, 351.861**

***Р.И. ШЕВЧЕНКО***, к.т.н., с.н.с., УГЗУ, Харьков

### **АНАЛИЗ ПРИЧИН ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРЕГАТОВ СИЛОВЫХ ПЕРЕДАЧ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

The analysis of the reasons leded premature wear and breakages of elements of the power-assemble of rescue and fire-fighting of the technical equipment has been presented in this article. As in article the statistical information on the technical condition of rescue technical equipment park consisted on the inventory of the Ministry of Ukraine of emergencies is presented.

Актуальность проблемы. Современное состояние пожарно-спасательной и специальной техники в Украине не может не вызывать острую обеспокоенность. Так по материалам ежегодных отчетов о использовании пожарно-спасательной техники [1] возраст последней в основном составляет 15-25 лет (см. табл.), а по некоторым номенклатурным позициям превышает 30 лет. Как следствие, полной замене подлежат более