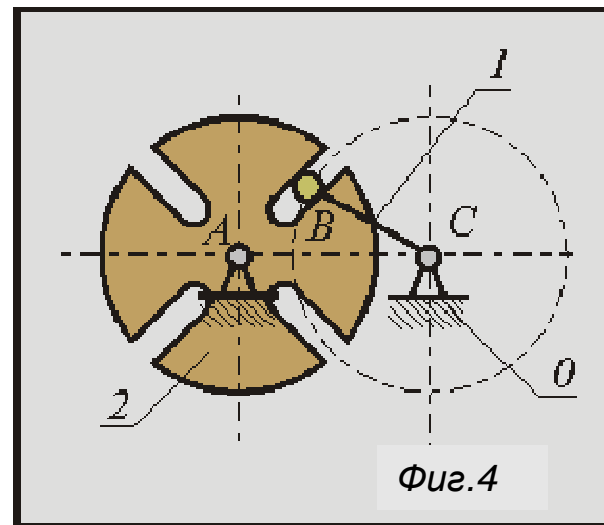
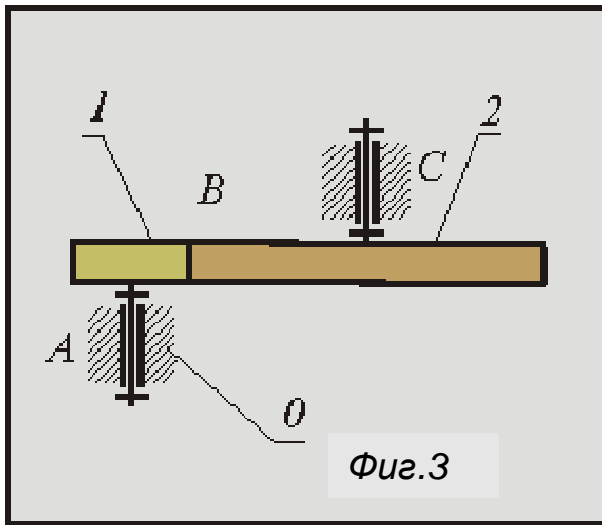
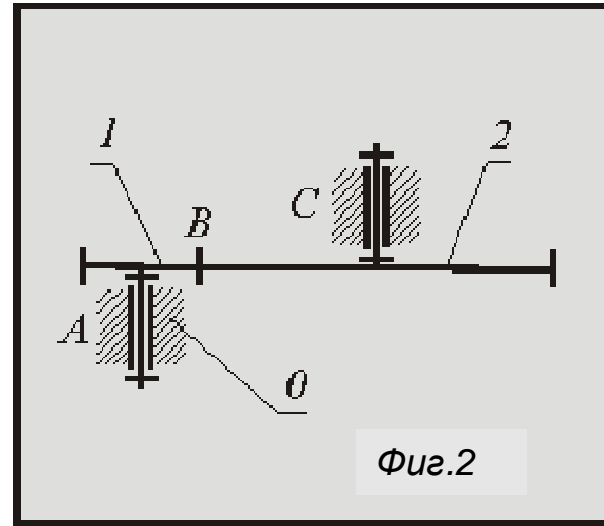
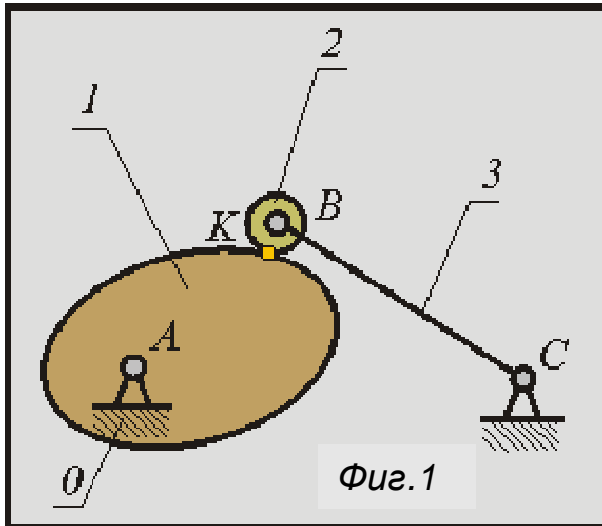


Основи на теорията на механизми с контурни двойци

Структурни схеми на прости механизми с КД



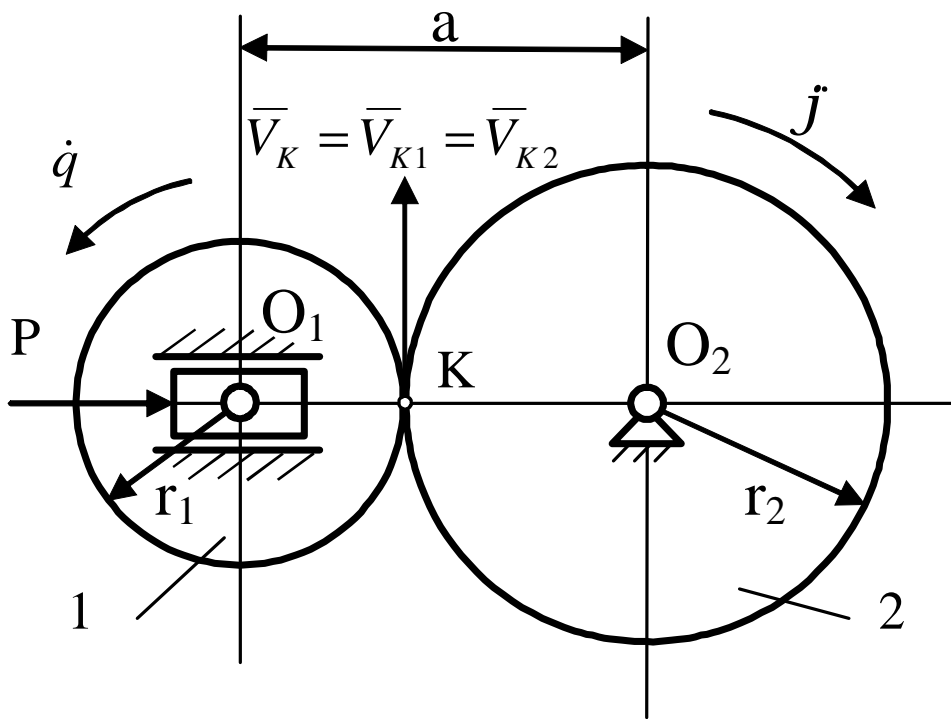
Механизми с линейна функция на положението

Когато функция на положението е изразена с линейна зависимост. Такива механизми се наричат ***предавки***. Отношението i на ъгловите скорости на входното и изходното звено се нарича ***предавателно отношение***

$$j = b + \frac{1}{i} q$$

$$\ddot{j} = \frac{\dot{q}}{i}$$

- *Фрикционни* – движението се предава за сметка на триенето. Ако няма преплъзване:
- Точка К е моментен център на скоростите в относителното движение. В координатната система на звено 1, тя описва траектория, наречена **подвижна центроида**.

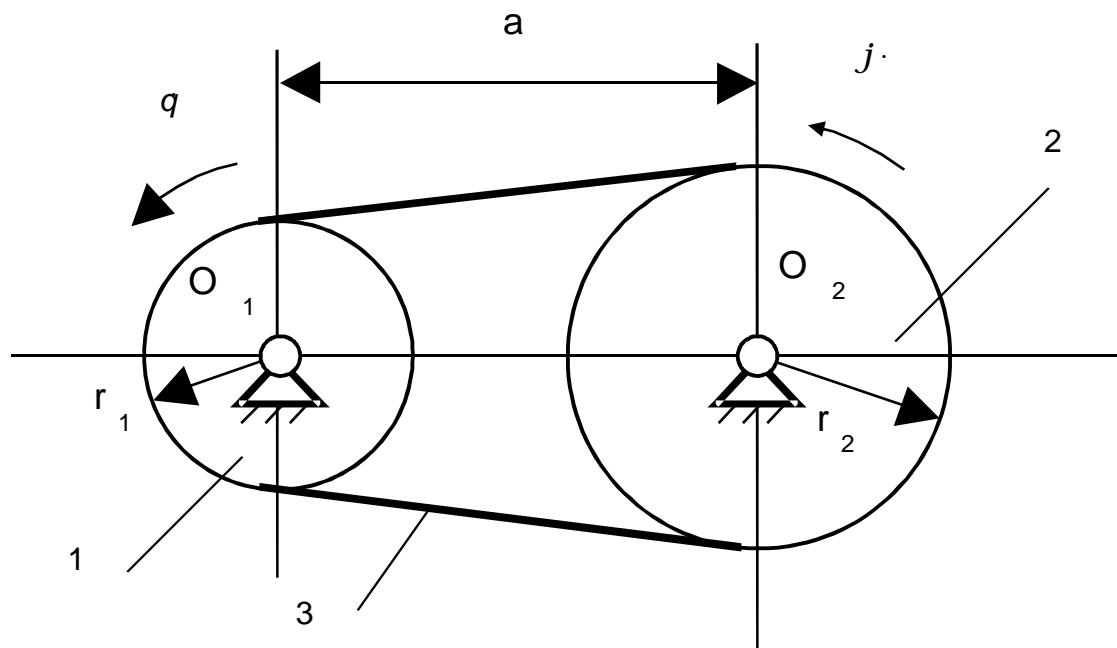


$$V_{K1} = V_{K2}$$

$$r_1 \dot{q} = r_2 \dot{j}$$

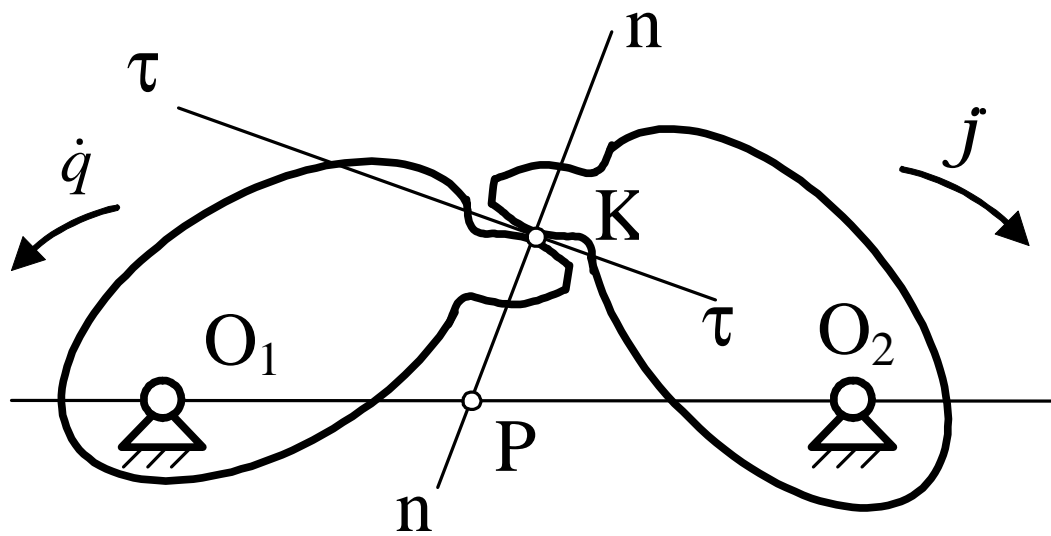
$$i = \frac{\dot{q}}{\dot{j}} = \frac{r_2}{r_1}.$$

Ремъчни предавки.



$$i_{12} = \frac{\dot{q}}{\dot{j}} = \frac{r_2}{r_1}$$

Зъбни предавки



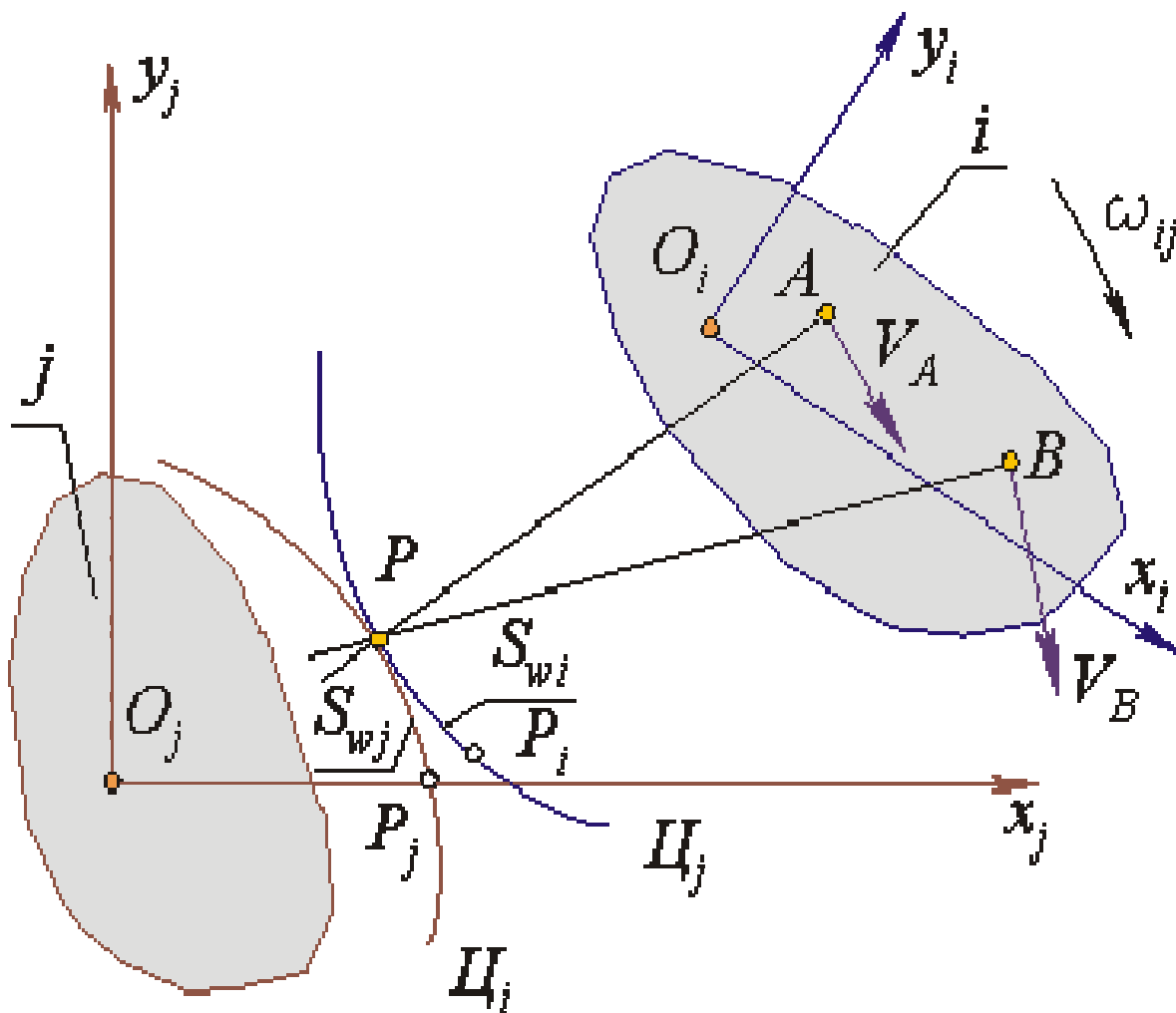
$$\dot{q} \cdot O_1P = \dot{j} \cdot O_2P$$

$$i_{12} = \frac{\dot{q}}{\dot{j}} = \frac{O_2P}{O_1P}$$

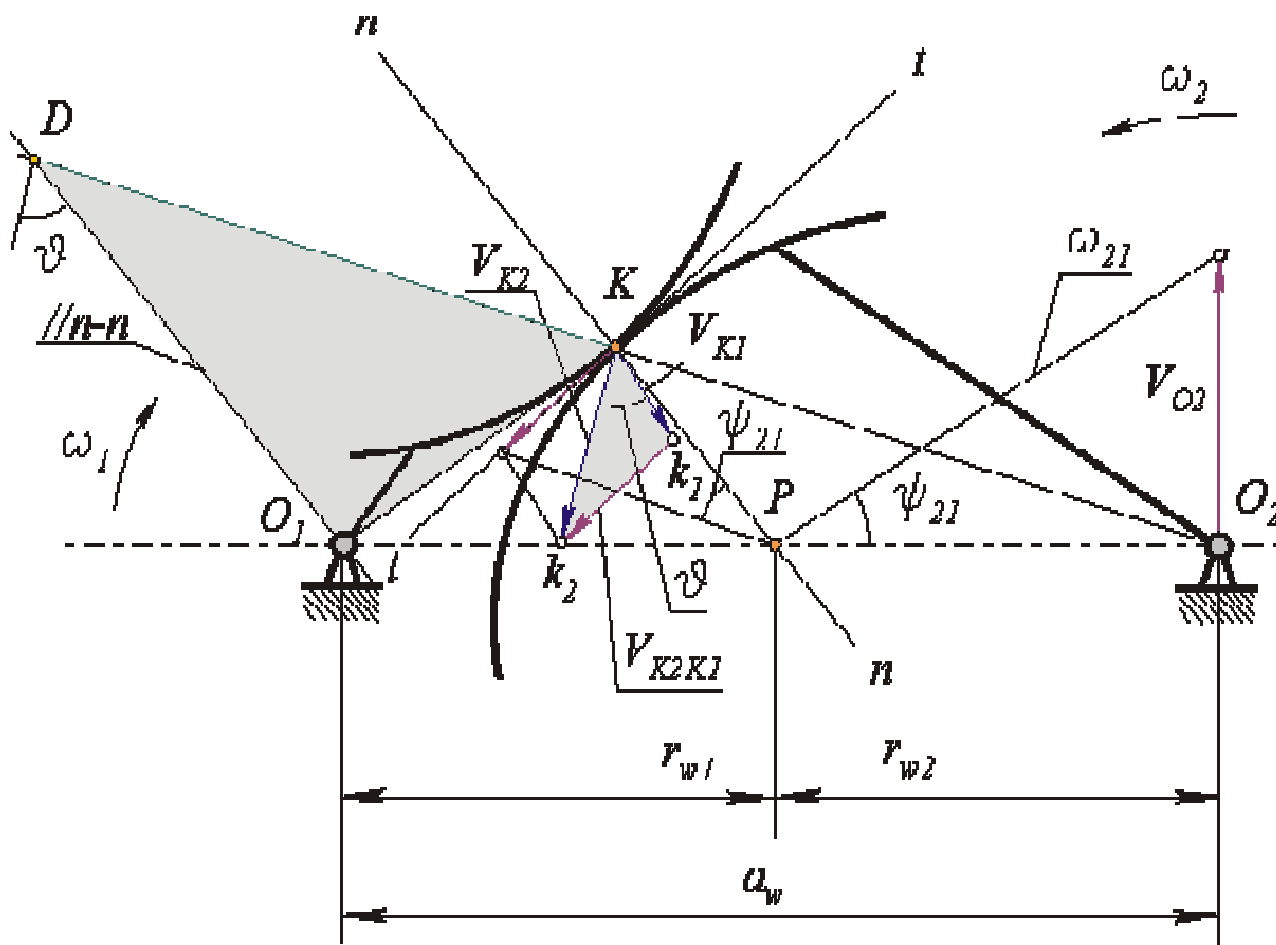
$$i_{12} = \frac{\dot{q}}{\dot{j}} = -\frac{z_2}{z_1}$$

$$a_w = r_{w1} + r_{w2}$$

Основна теорема на зацепването



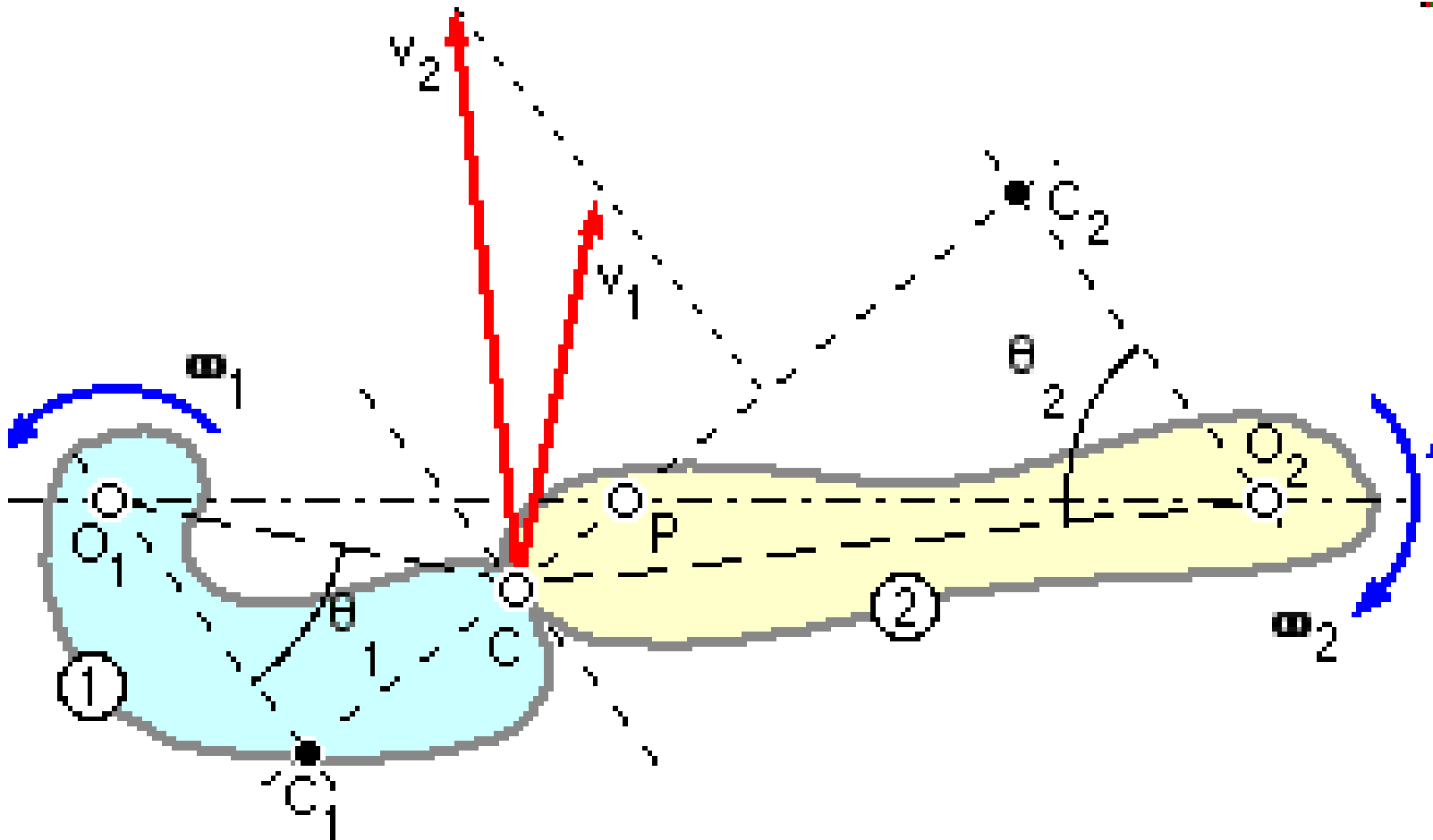
- Моментен център на скоростите **P**
- Геометричното място на полюсите на относителното въртене в координатната система $O_i x_i y_i$ – **подвижна центрида ζ_i** ,
- а в координатната система $O_j x_j y_j$ – **неподвижна центрида ζ_j** .



$$i_{12} = \frac{w_1}{w_2} = \pm \frac{O_2P}{O_1P}$$

$$V_{K_2K_2} = w_{21} \cdot l_{21} = (w_2 \pm w_1) \cdot l_{21}$$

- Общата нормала в точката на контакта пресича междуцентровата линия в полюса на относителното въртене на звената.
- Скоростта на плъзгане на профилите в КД е равна на произведението на скоростта на относителното въртене и разстоянието от контактната точка до полюса на зацепване.



$$V_2 \cos q_2 = V_1 \cos q_1$$

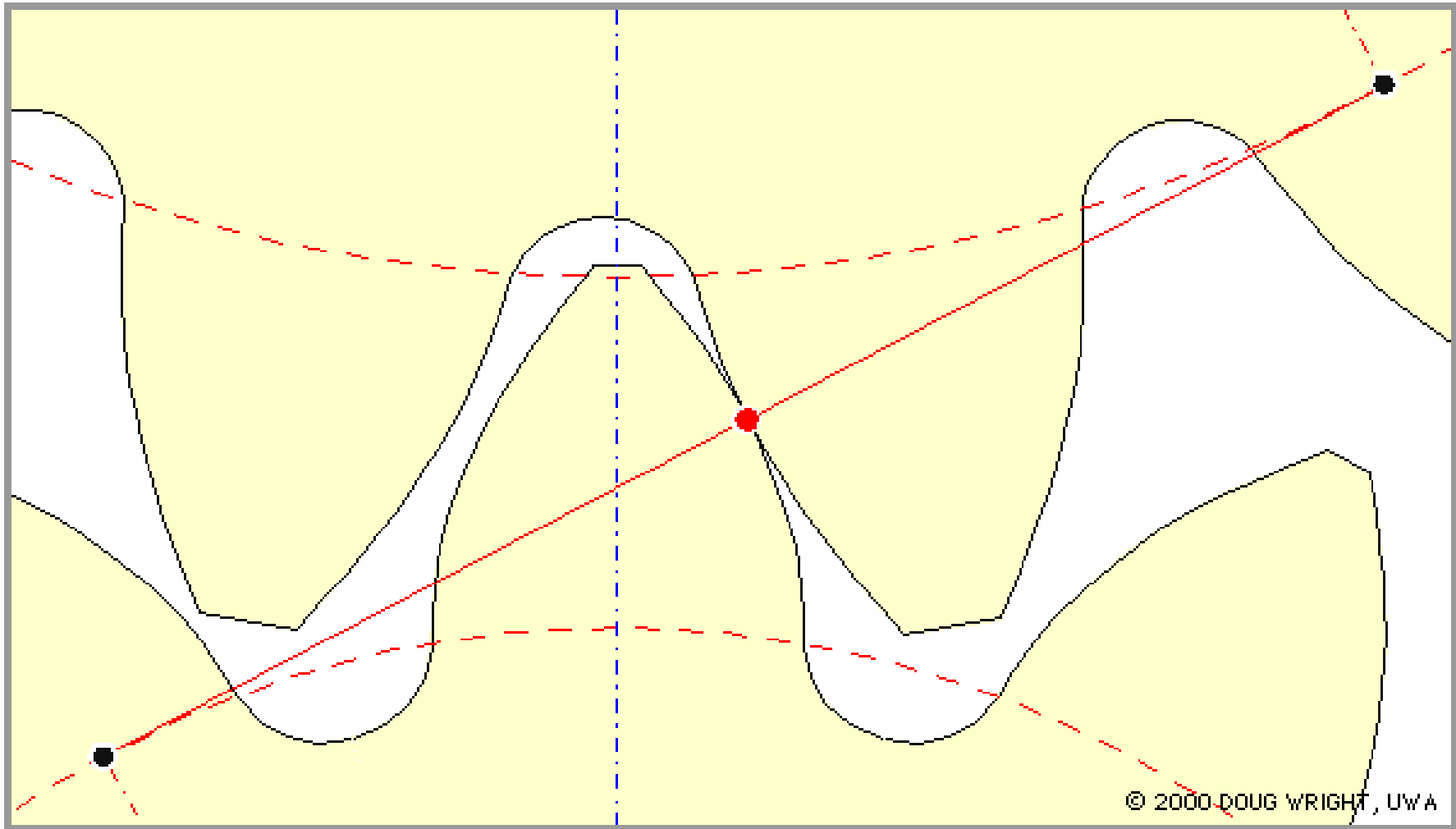
$$V_1 = \omega_1 O_1 C; \quad V_2 = \omega_2 O_2 C$$

Зъбни предавки и тяхната класификация

- Зъбни предавки се наричат механизми с контурни двойци в състава на които влизат зъбни колела, рейки или сектори – звена снабдени с профилни издатини или зъби.
- Зъбните предавки се класифицират:
- По вида на предавателната функция (отношение)
 - с постоянно предавателно отношение;
 - с променливо предавателно отношение;
- По разположение на осите в пространството
 - с паралелни оси;
 - с пресичащи се оси;
 - с кръстосани оси;
- По форма на профила на зъба
 - с еволвентен профил;
 - с циклоиден профил;
 - с кръгов профил(предавки на Новиков);

Зъбни предавки и тяхната класификация - продължение

- По формата на линията на зъба
 - с прави зъби;
 - с наклонени зъби;
 - шевронни;
 - с кръгови зъби;
- По форма на началните повърхности
 - цилиндрични;
 - конични;
 - гиперболоидни;
- По форма и вида на зъбните колела
 - червячни;
 - с некръгли колела;
 - винтови.

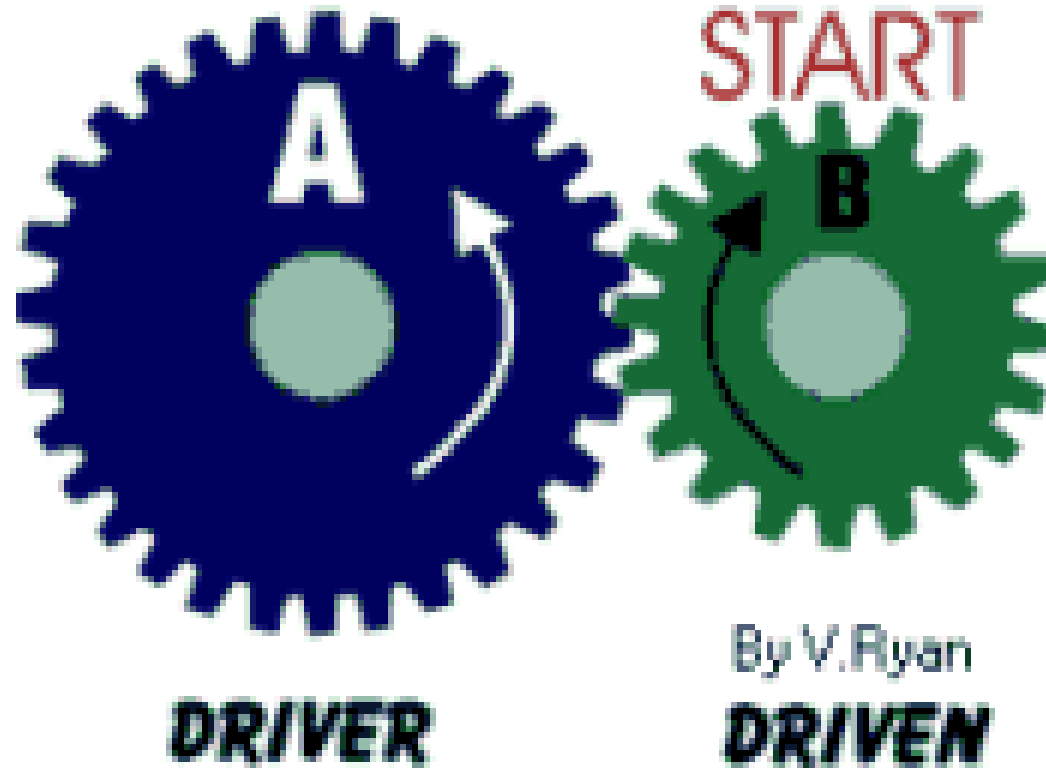


© 2000 DOUG WRIGHT, UWA

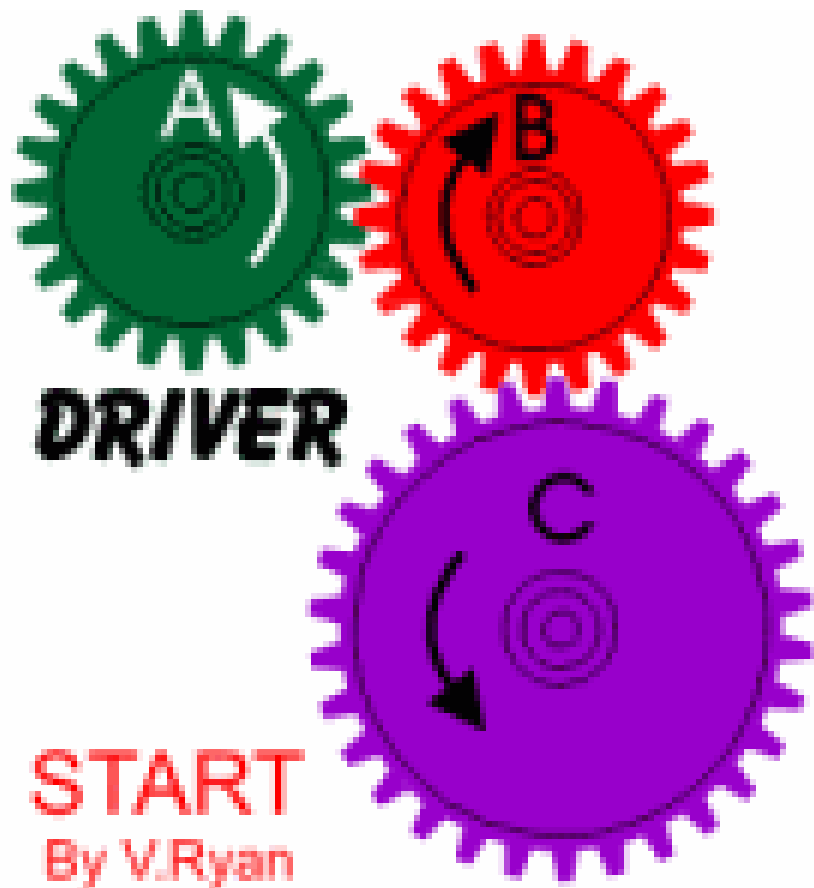




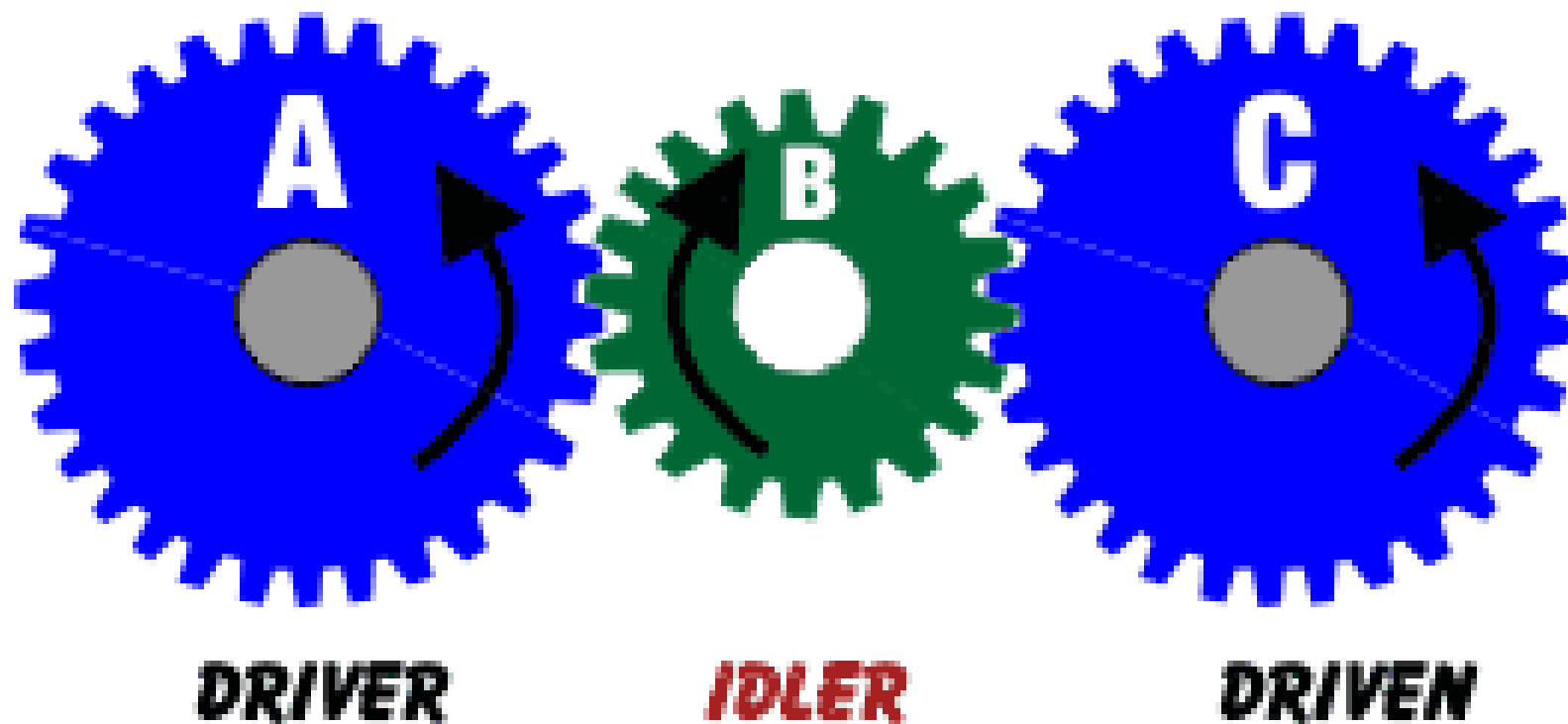
Цилиндрични кръгли колела с прави зъби



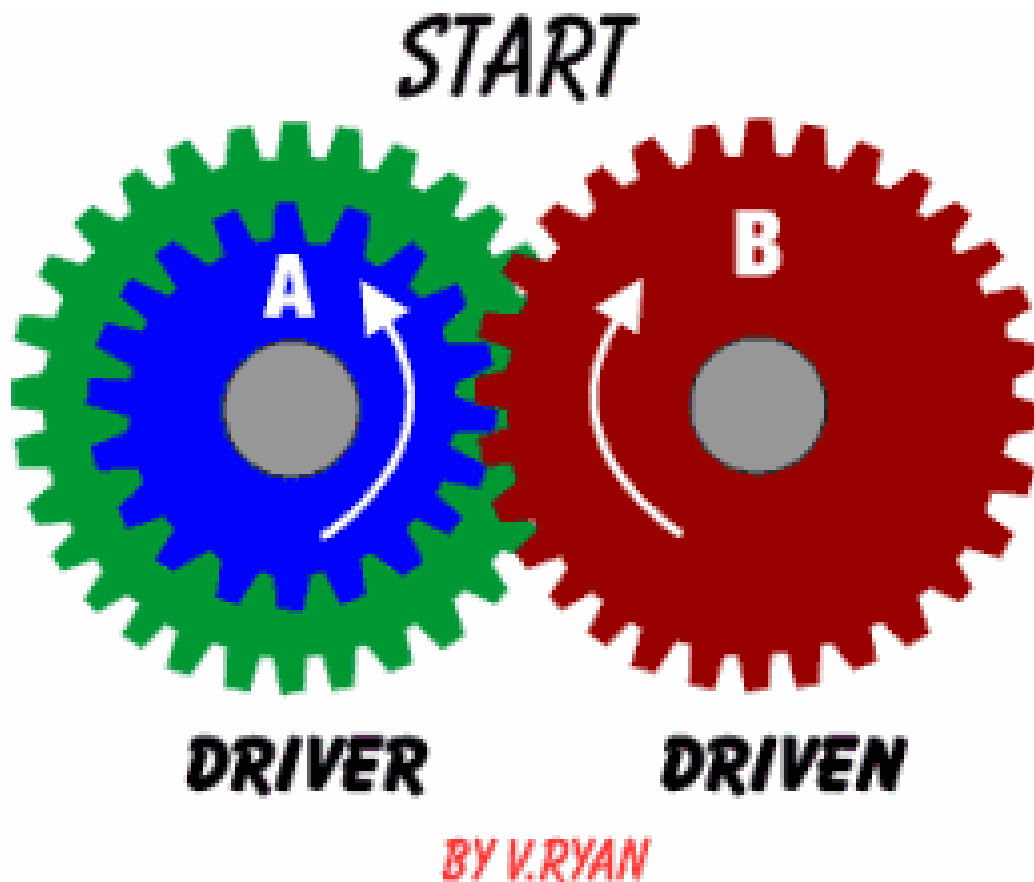
Цилиндрични кръгли колела с прави зъби



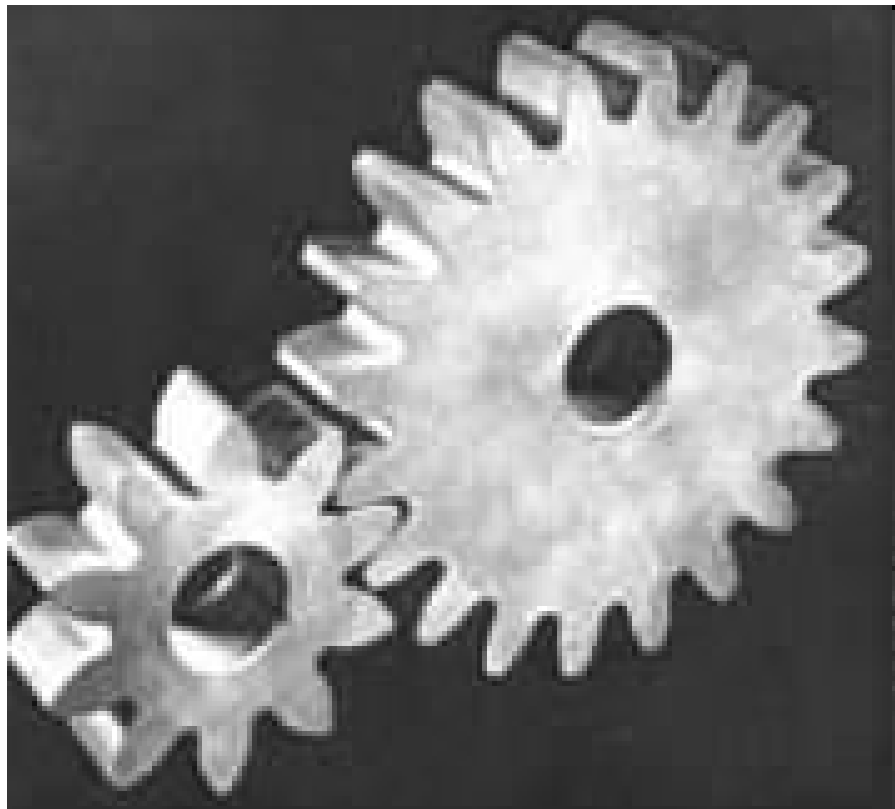
Цилиндрични кръгли колела с прави зъби с паразитно колело



Блок от цилиндрични кръгли колела с прави зъби

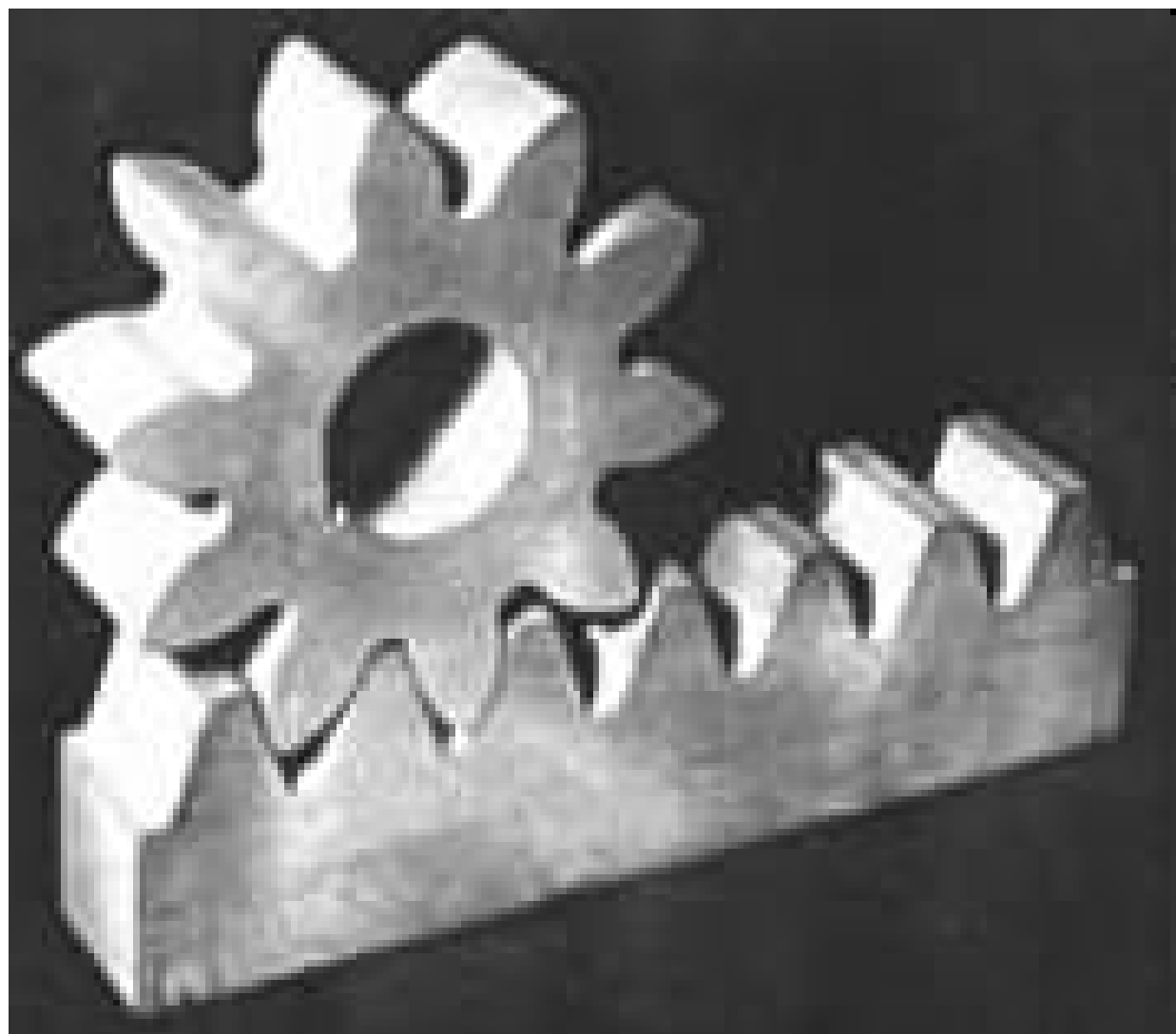


Цилиндрични кръгли колела с прави зъби





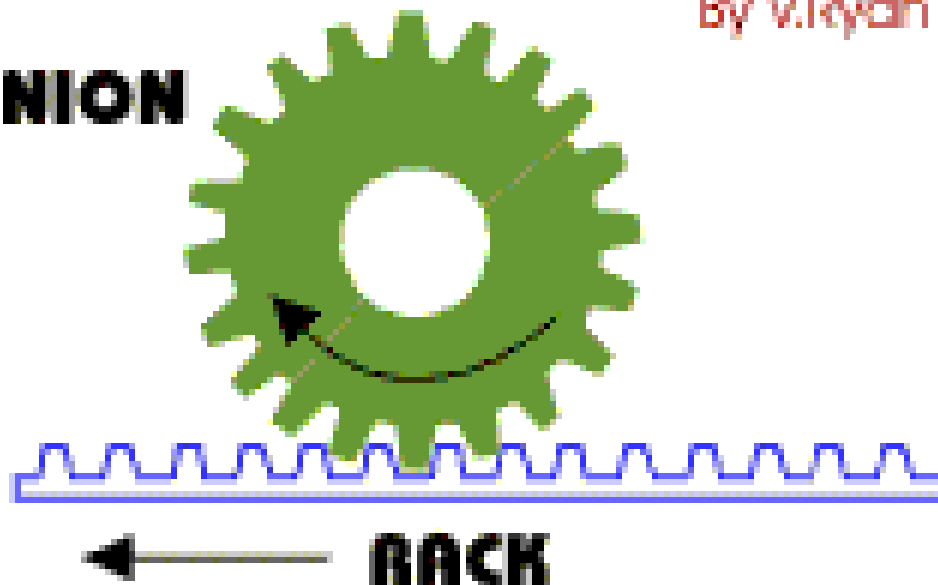
Зъбна рейка с прави зъби



Зъбна рейка с прави зъби

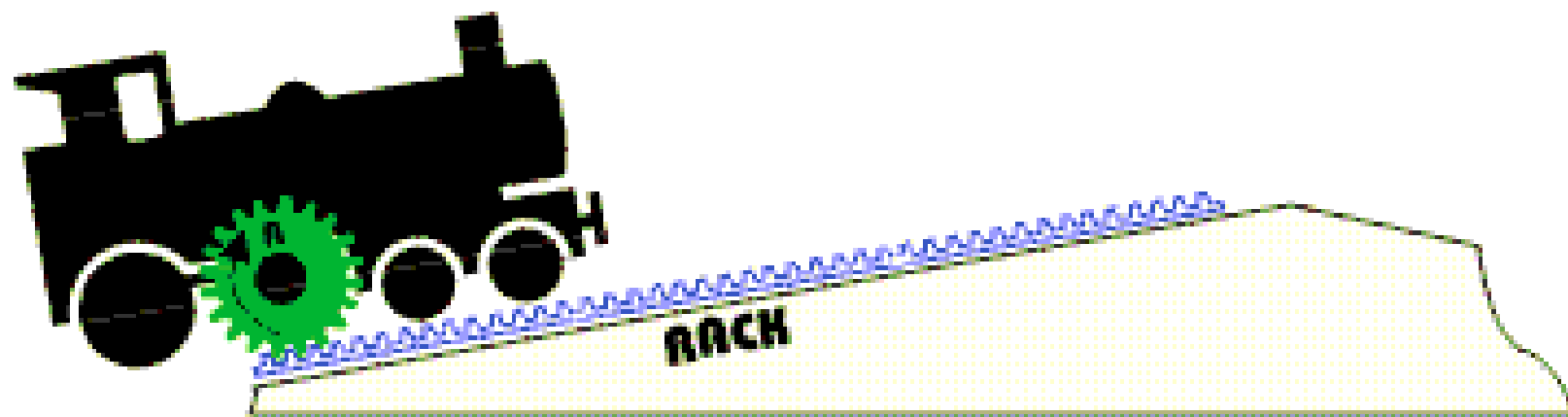
By V.Ryan

PINION

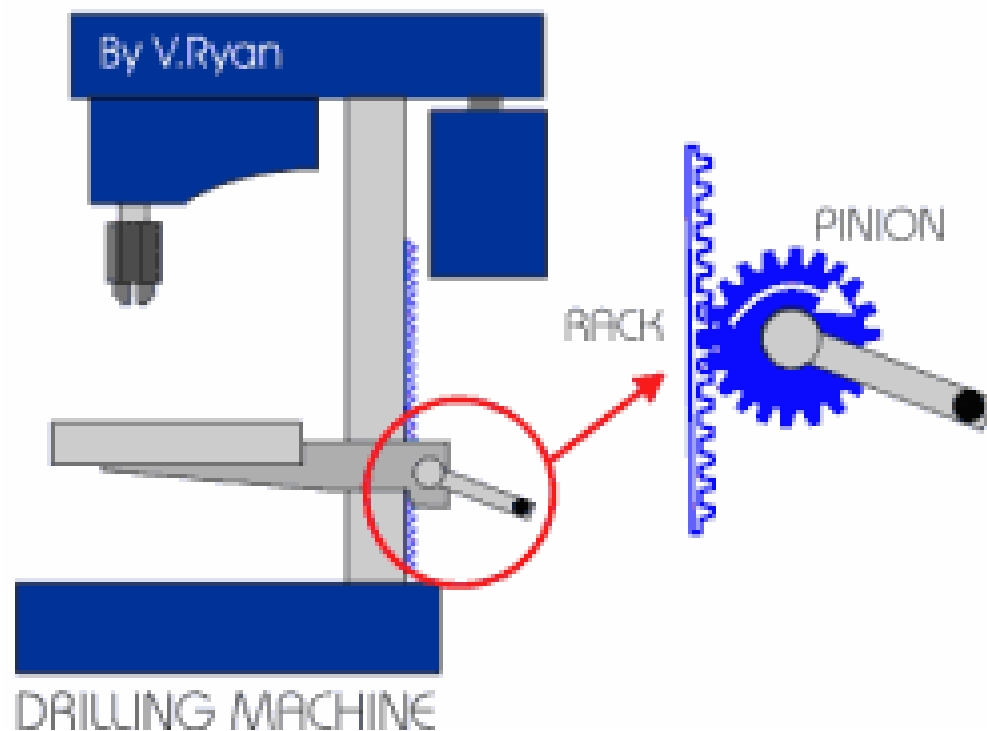


Зъбна рейка с прави зъби

V. Ryan © 2001



Зъбна рейка с прави зъби





szryjx.en.alibaba.com



szryjx.en.alibaba.com

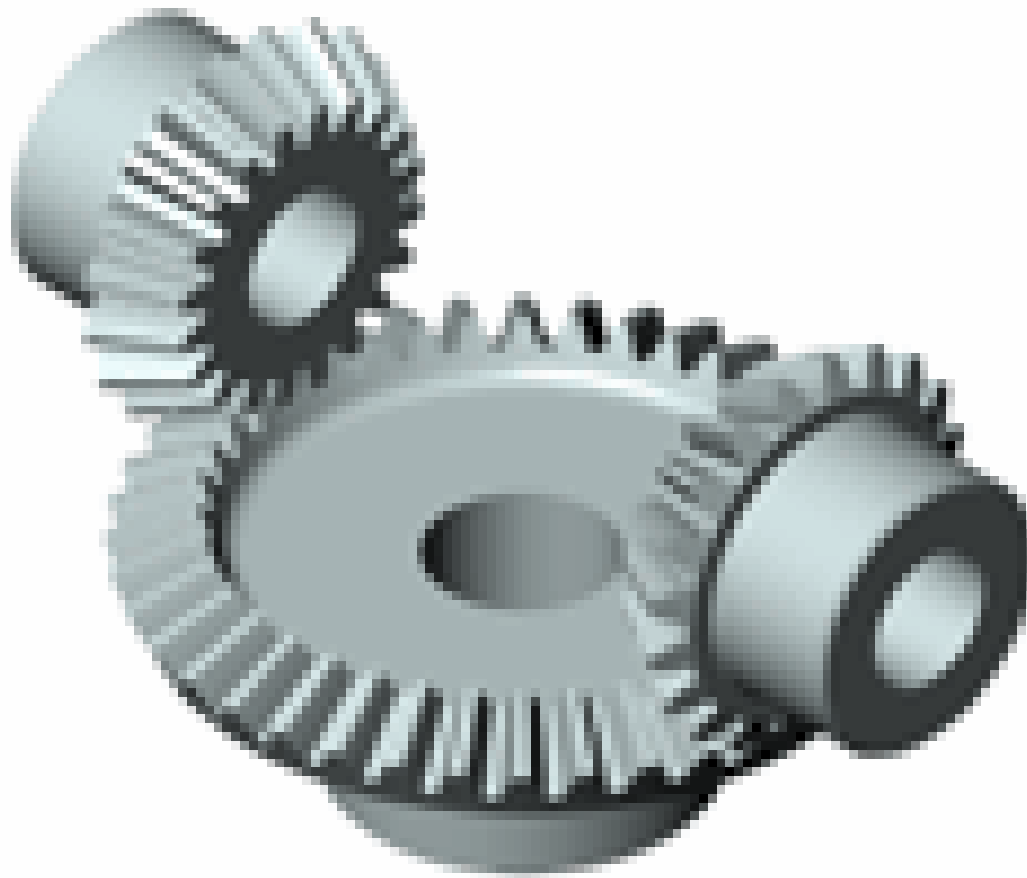


**Цилиндрични
кръгли колела
с наклонени
зъби**

Шевронни зъбни колела



Конусни колела с прави зъби



Конусни колела с прави зъби



Конусни колела с прави зъби



Конусни колела с наклонени зъби



Конусни колела с кръгови зъби



Конусни колела с хеликоидални зъби



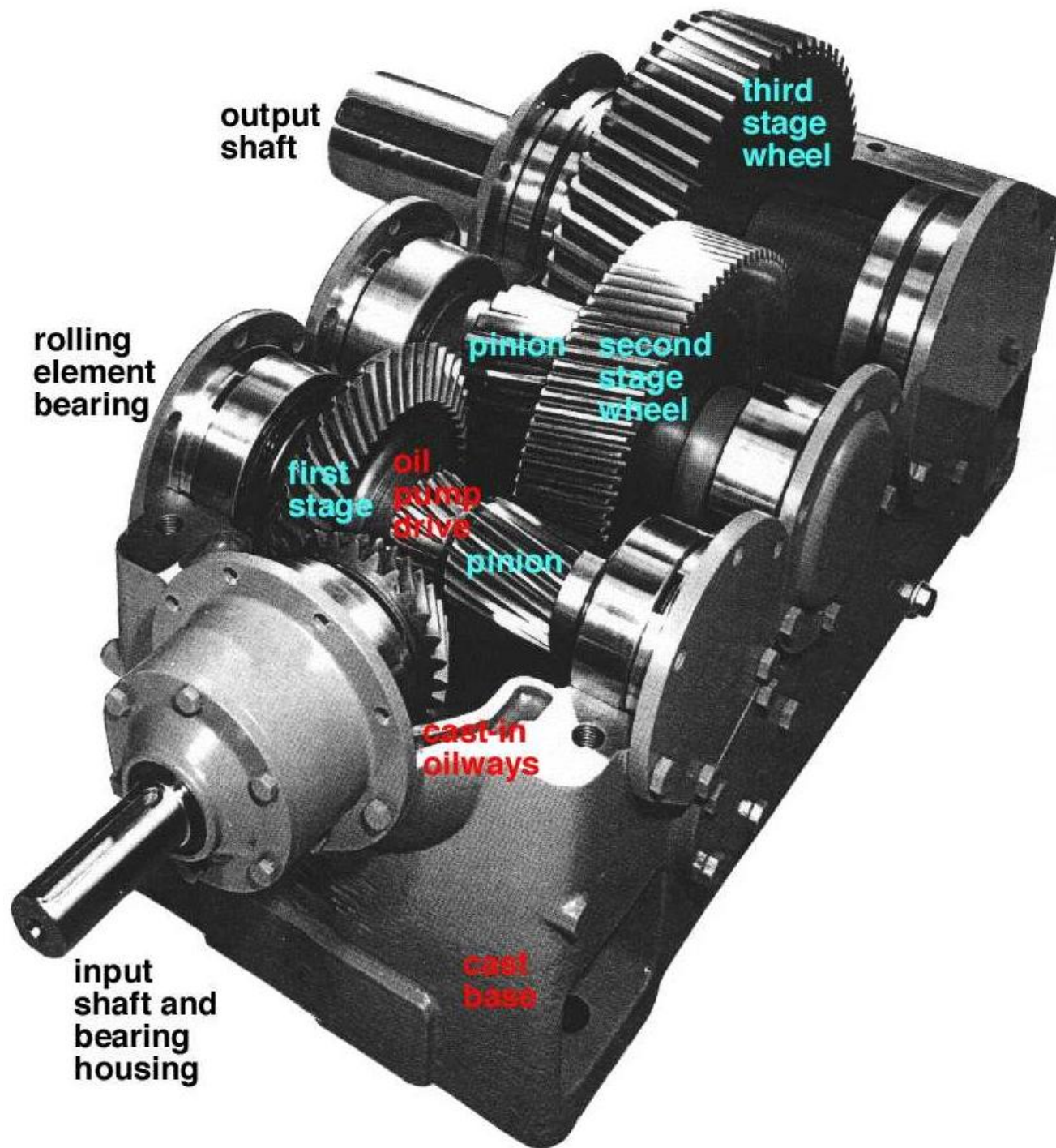
Конусни колела с хеликоидални зъби

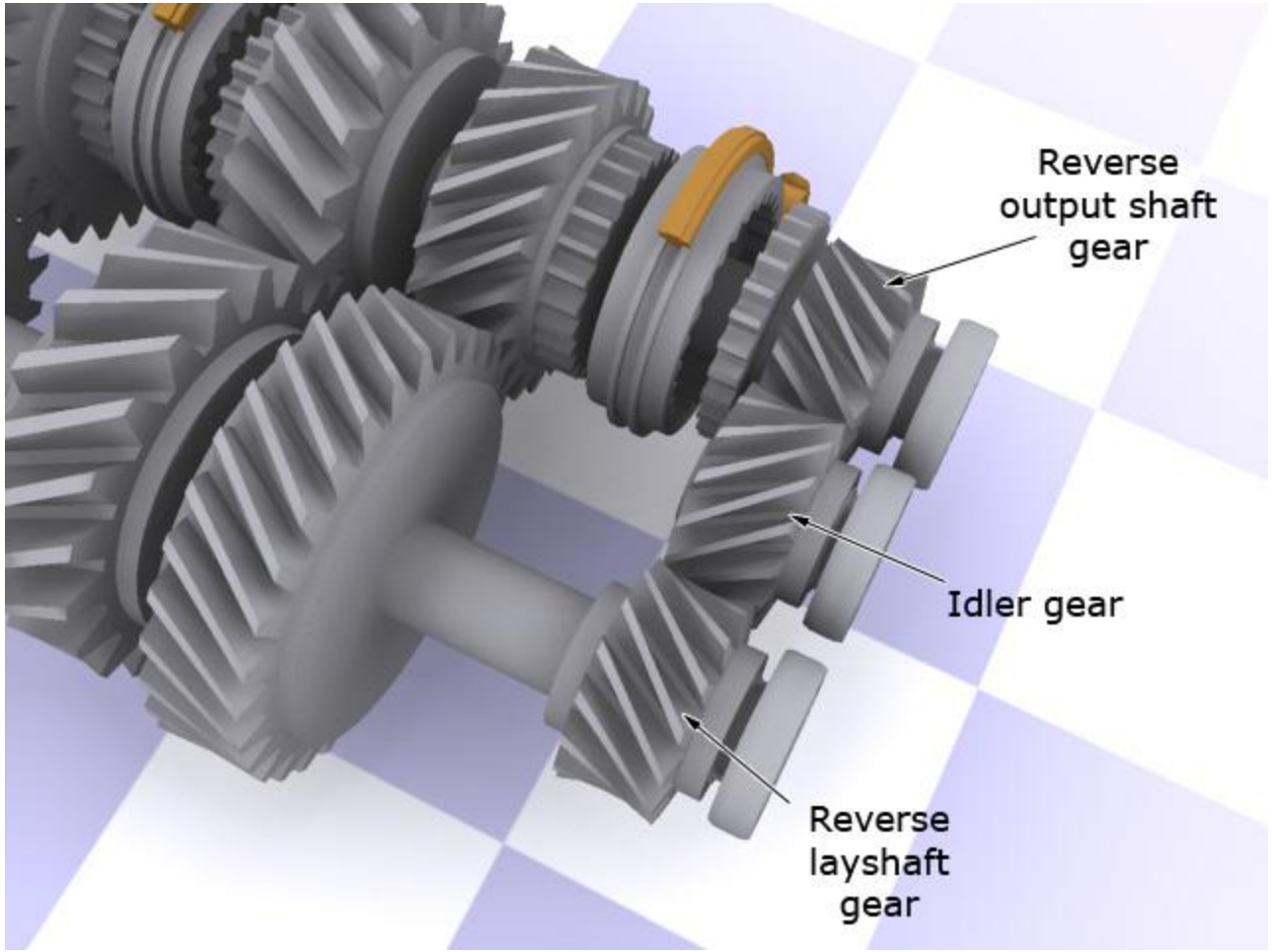




Червячни
зъбни
колела





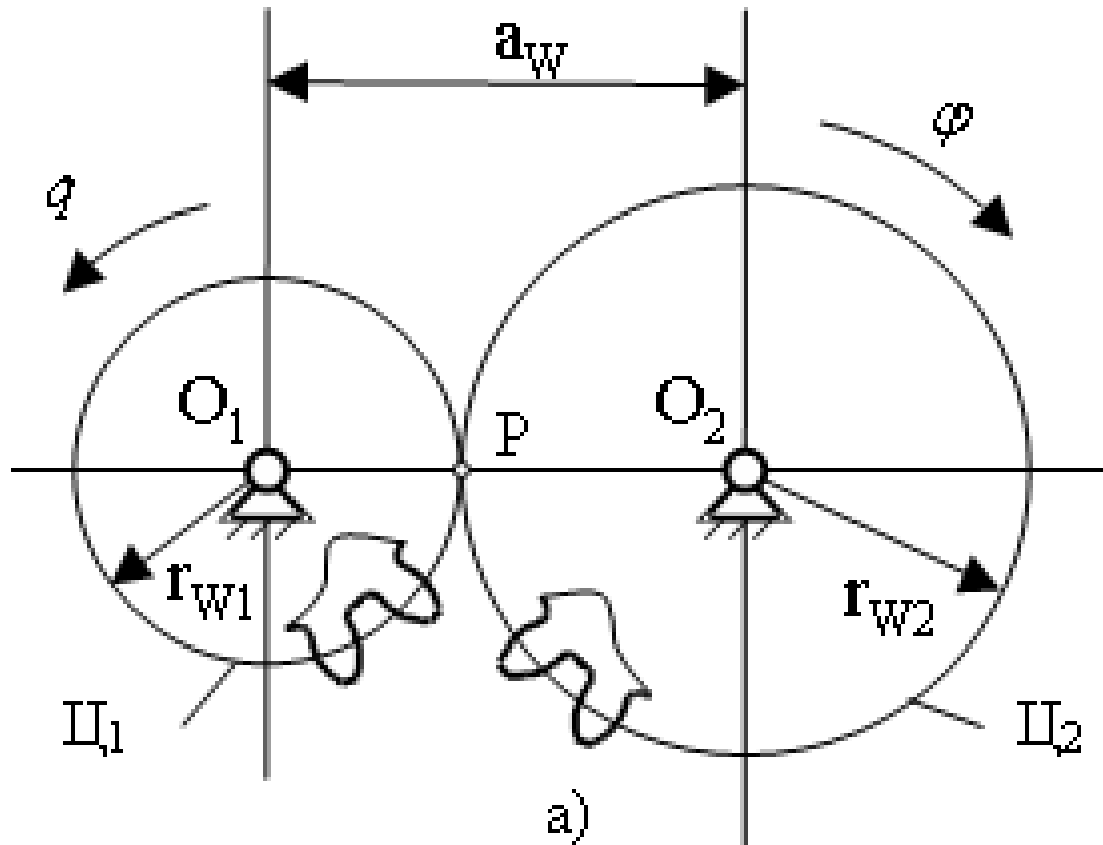


Reverse
output shaft
gear

Idler gear

Reverse
layshaft
gear

външно зацепване:

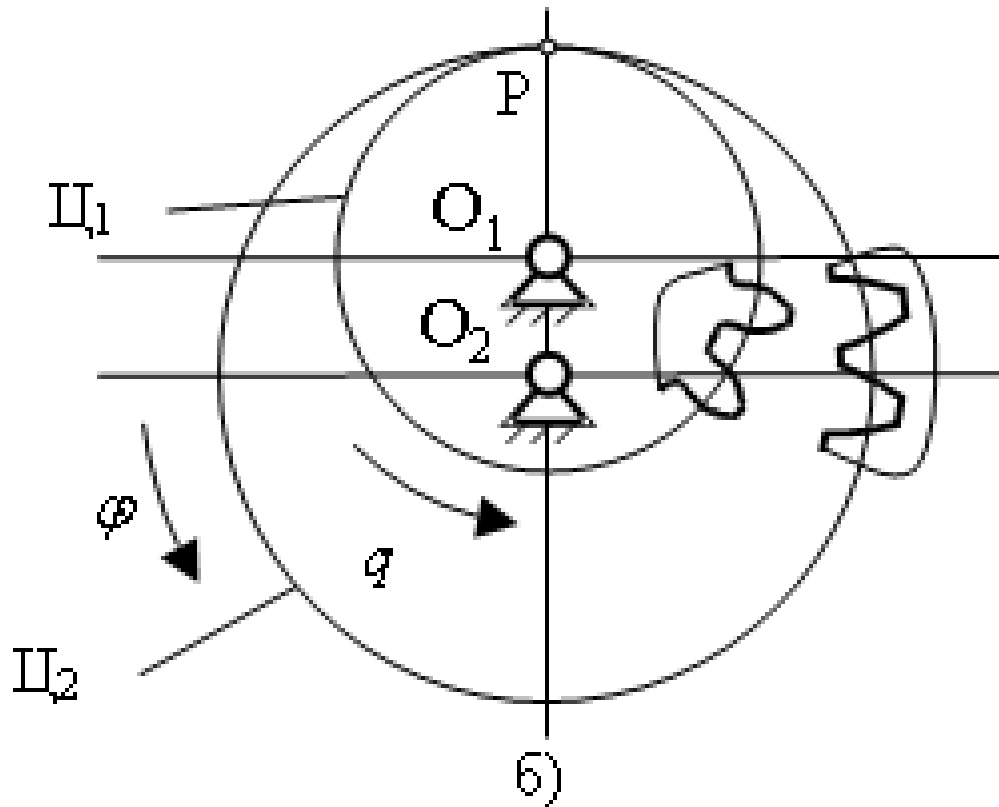


$$a_w = r_{w1} + r_{w2}$$

$$i_{12} = \frac{\dot{\varphi}}{\dot{j}} = -\frac{z_2}{z_1}$$

$$r_{w1} = \frac{a_w}{i_{12} + 1}, r_{w2} = \frac{a_w i_{12}}{i_{12} + 1}$$

вътрешно зацепване:

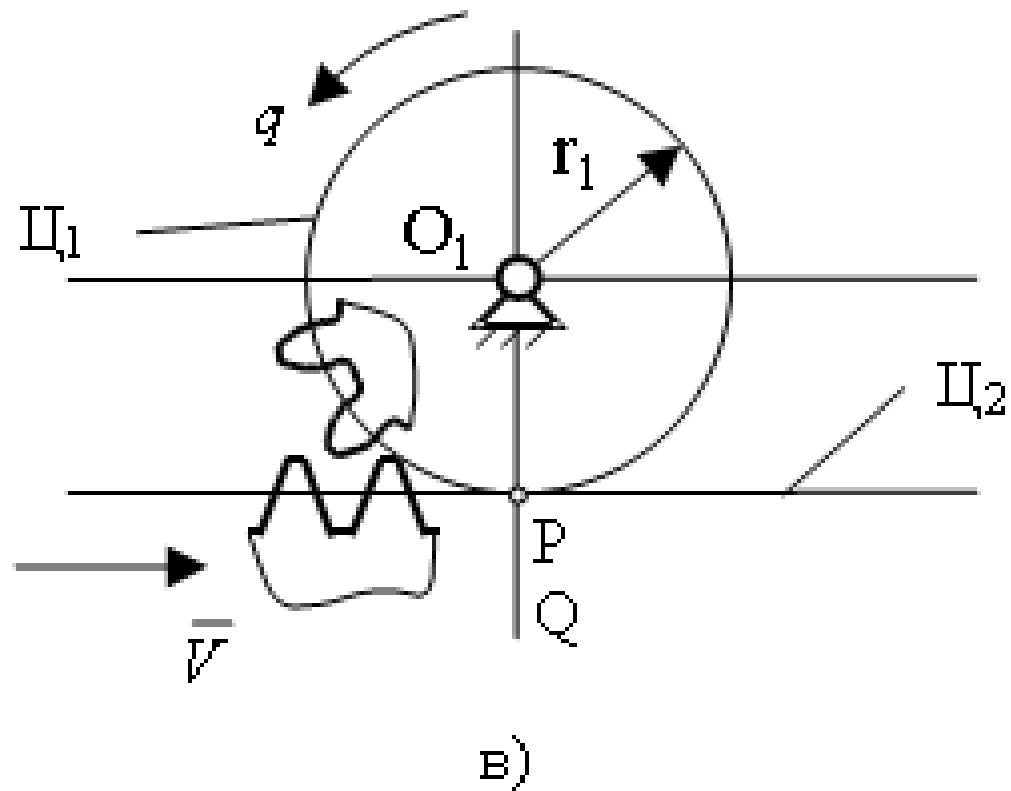


$$a_w = r_{w_1 2} - r_{w_1}$$

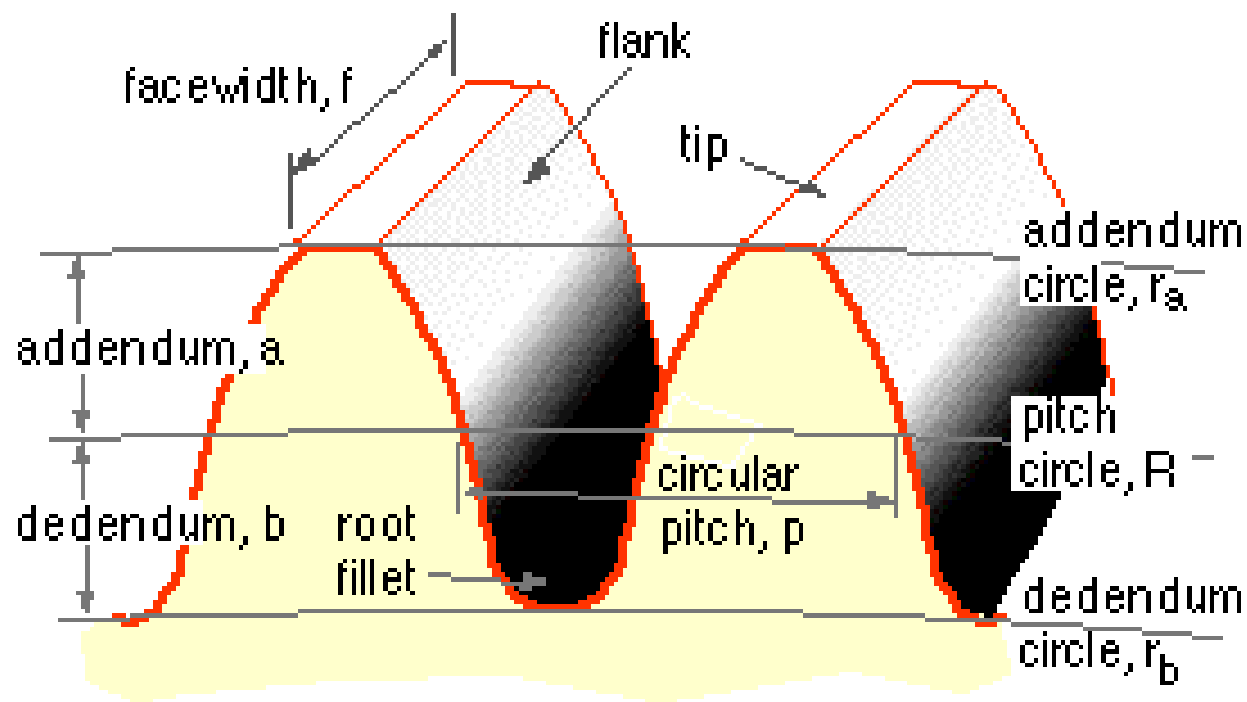
$$i_{12} = \frac{\dot{\varphi}}{\dot{\phi}} = \frac{z_2}{z_1}$$

$$r_{w_1} = \frac{a_w}{i_{12} - 1}, r_{w_2} = \frac{a_w i_{12}}{i_{12} - 1}$$

зъбна рейка



$$i_{12} = \frac{\dot{\varphi}}{V} = \frac{1}{r_1}.$$



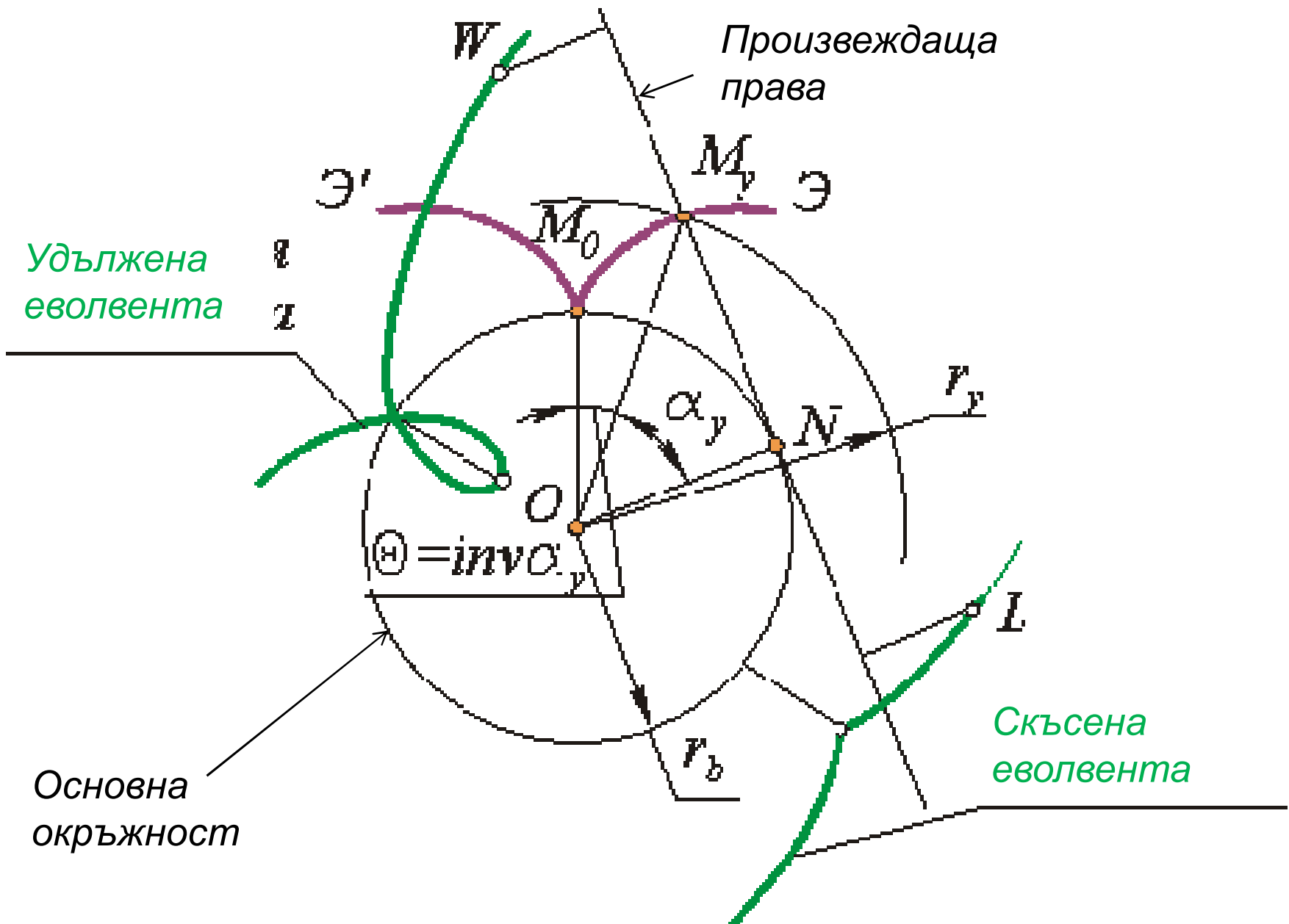
Еволвента на кръга

Еволюта се нарича геометричното място на центрите на кривина на дадена крива. Дадената крива по отношение към еволютата се нарича Еволвента.

Нормалата към еволвентата (на която лежи центъра на кривина) се явява допирателна към еволютата. Еволвентите на окръжността се описват от точките на произвеждащата права при нейното търкаляне по окръжност, която се нарича основна.

Свойства на еволвентата

- Формата на еволвентата на окръжността се определя само от радиуса на основната окръжност r_b . При $r_b \rightarrow \infty$ еволвентата преминава в права линия.
- Произвеждащата права се явява нормала към еволвентата в разглежданата произволна точка M_y .
- Отрязъкът от нормалата в произволна точка на еволвентата $l_{M_yN} = r$ е равен на радиуса на нейната кривина и е допирателна към основната окръжност.



Удължена еволвента

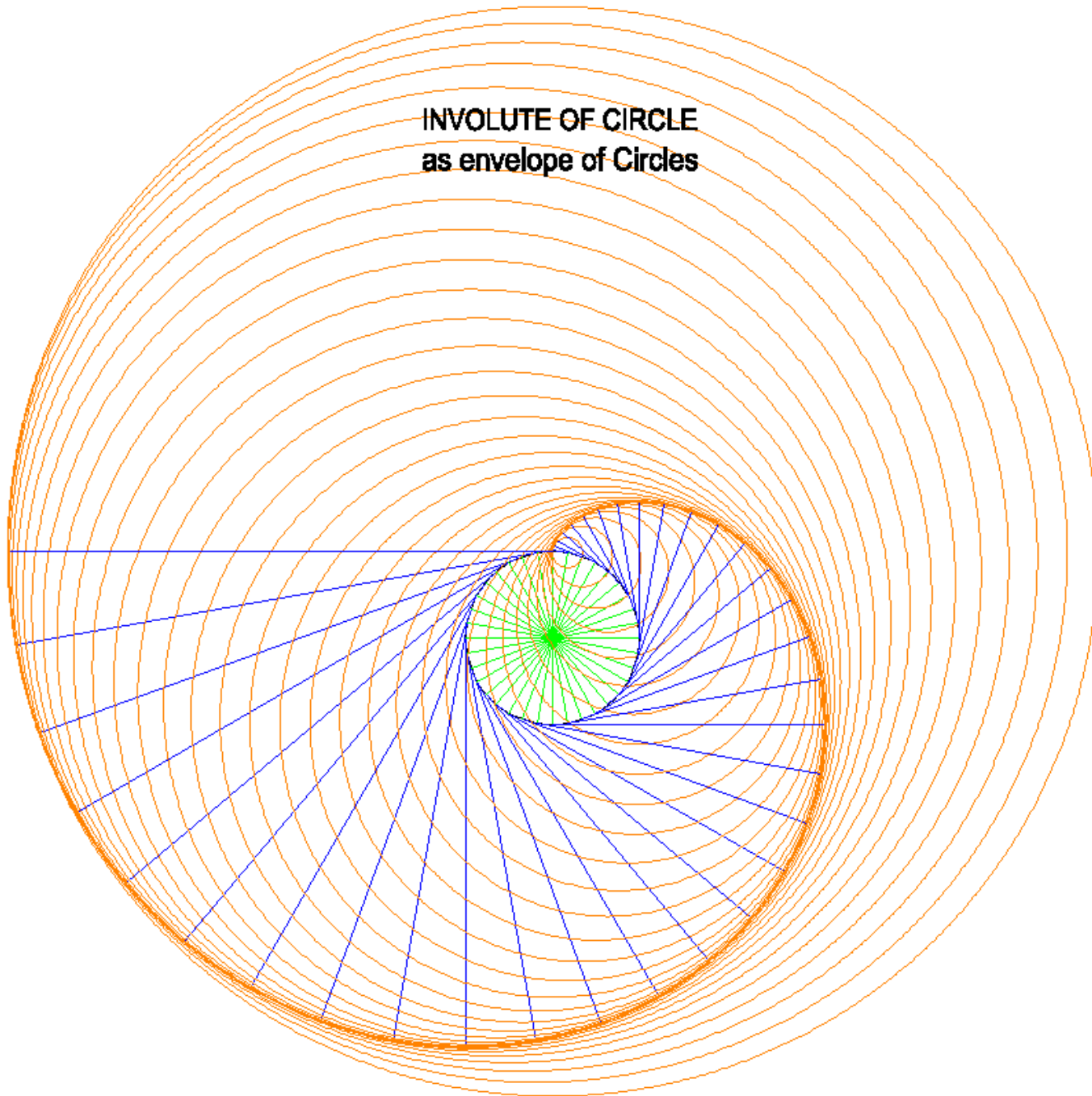
Произвеждаща права

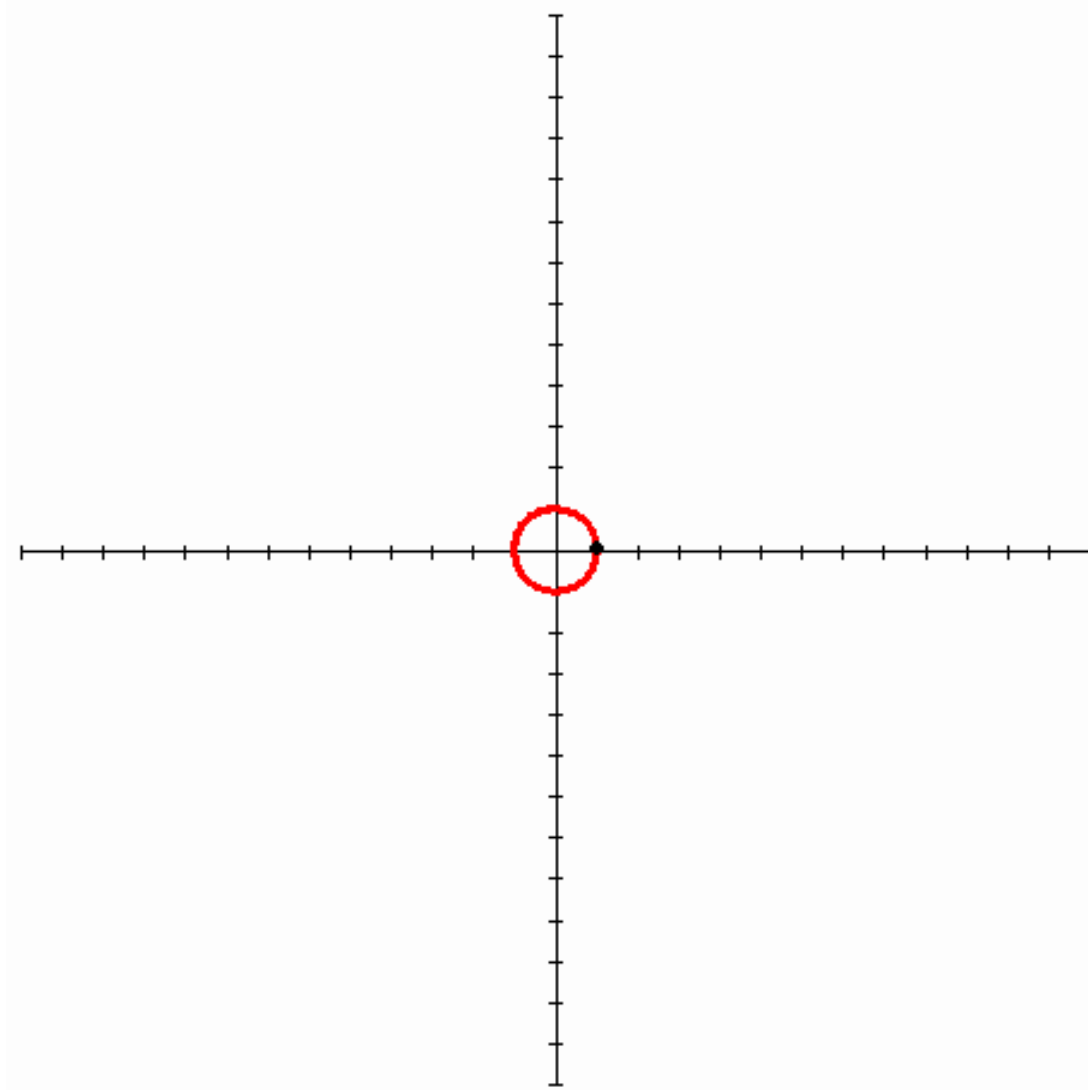
Основна окръжност

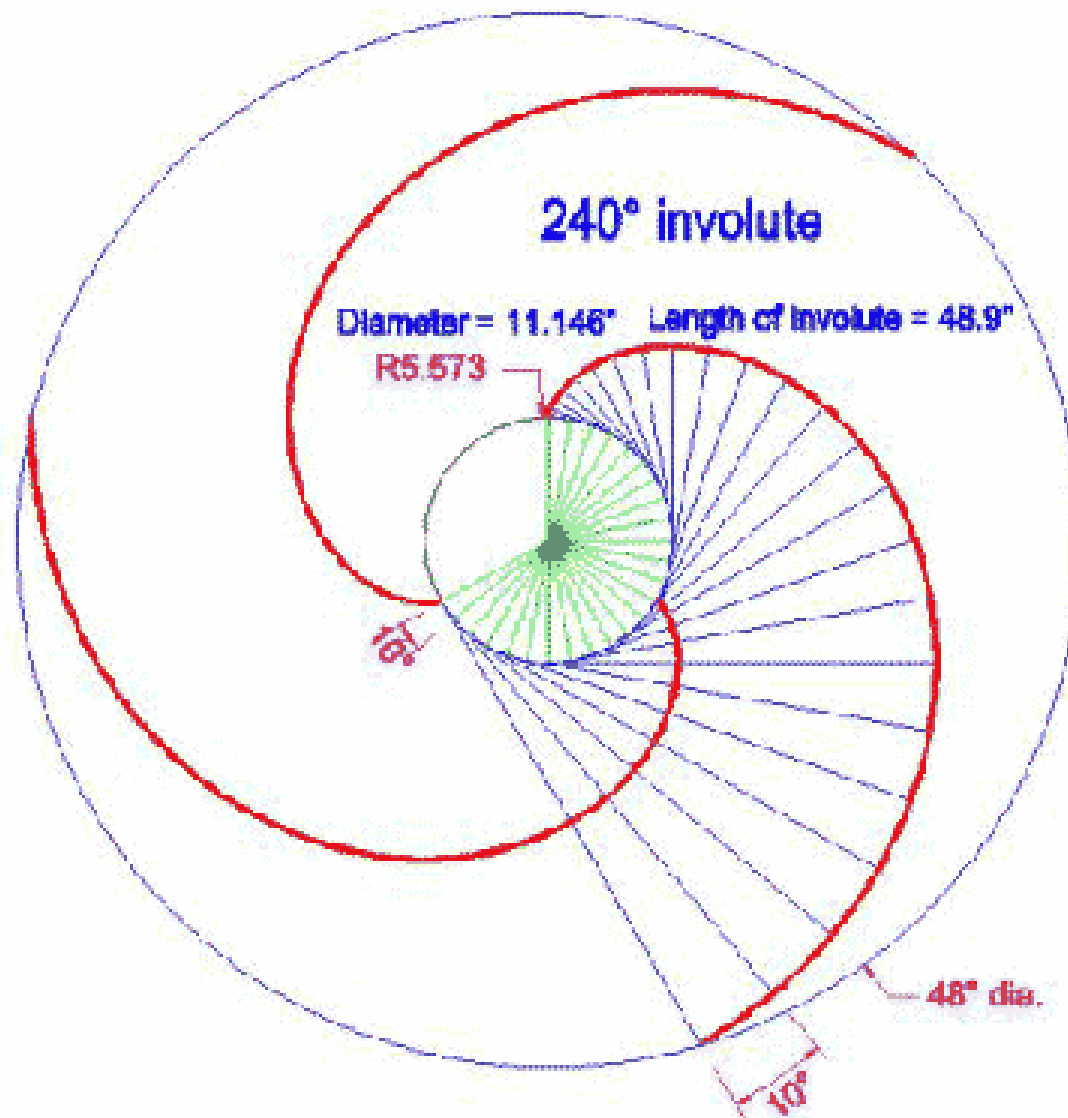
Скъсена еволвента

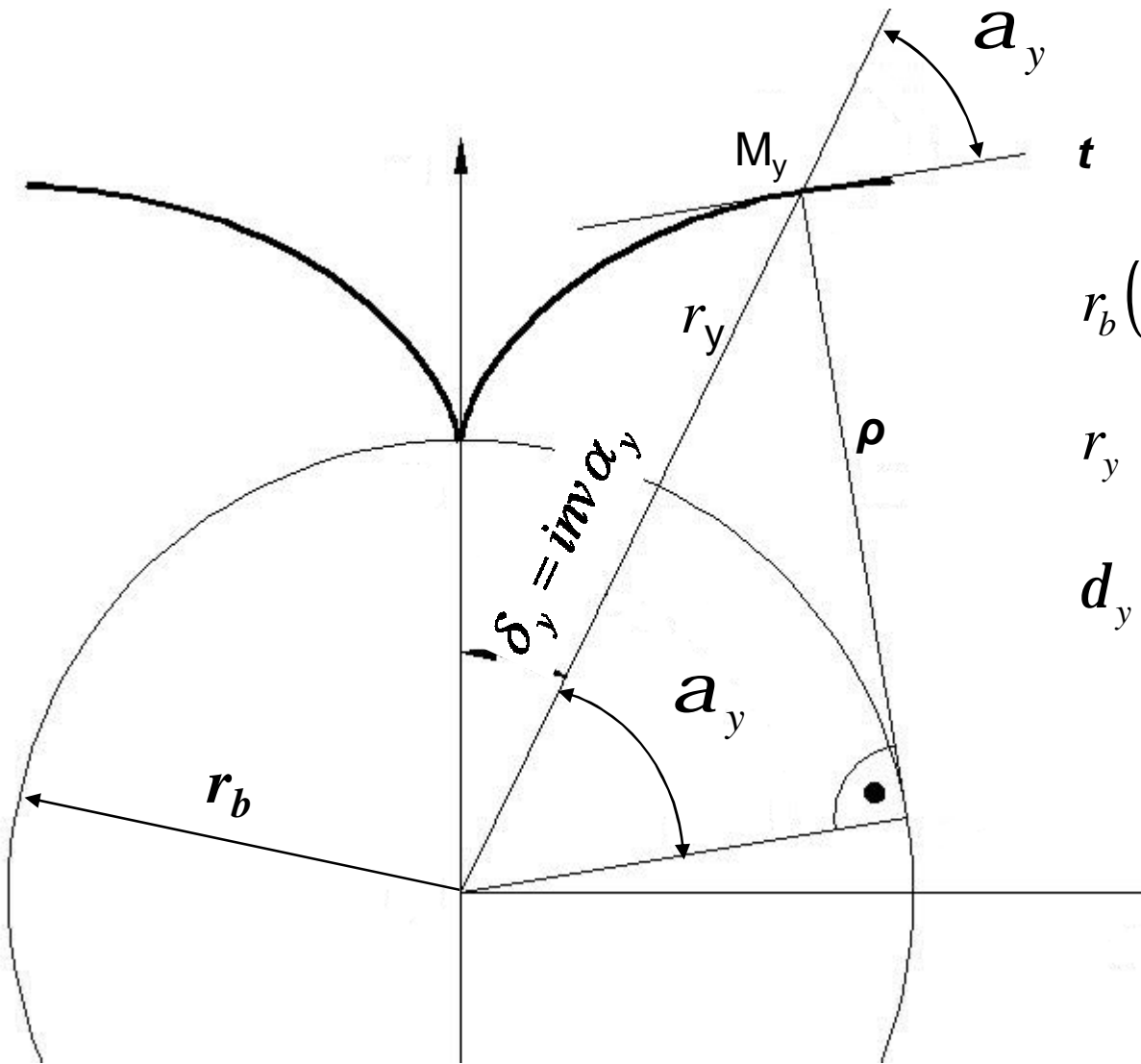
$$(H) = inv \sigma_y$$

**INVOLUTE OF CIRCLE
as envelope of Circles**









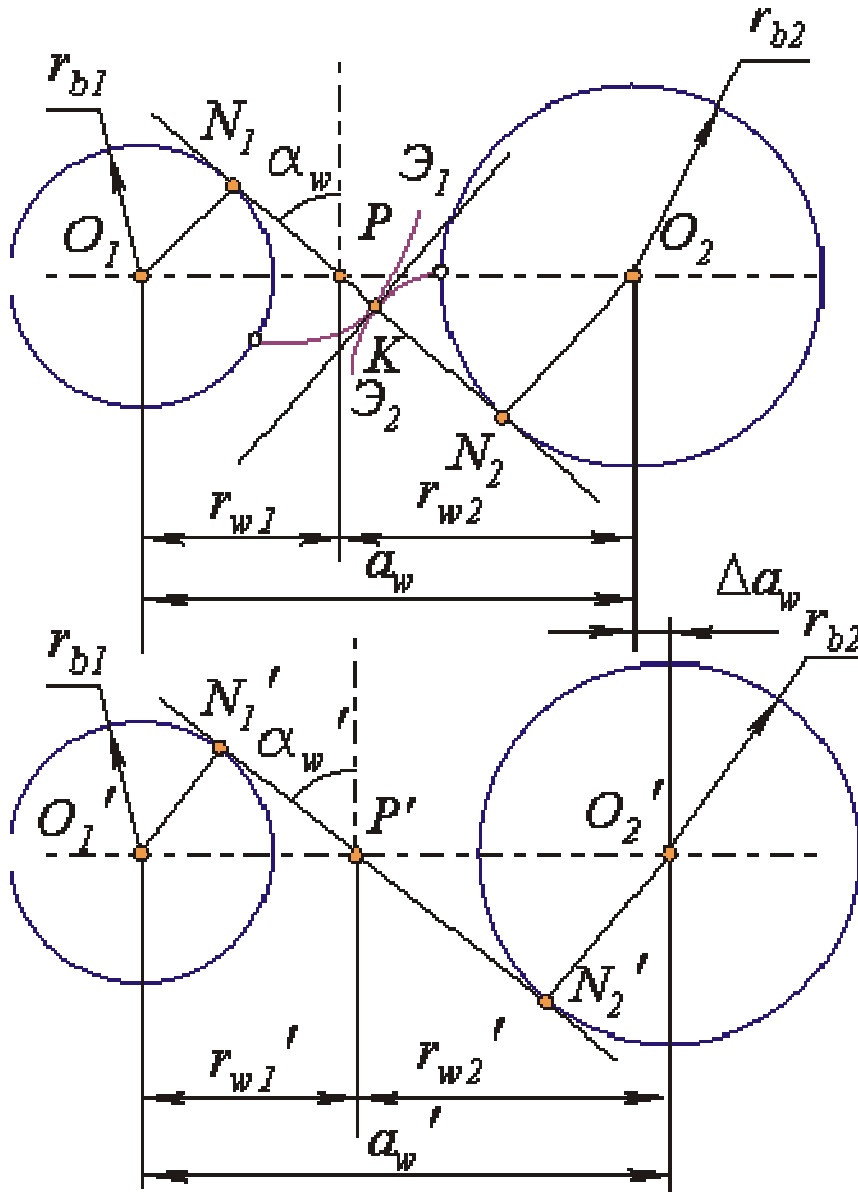
$$r_b (d_y + a_y) = r_b \tan a_y$$

$$r_y = \frac{r_b}{\cos a_y}$$

$$d_y = \tan a_y - a_y = \text{inv } a_y$$

Цилиндрични зъбни колела.
Характеристики и свойства на
зъбното зацепване

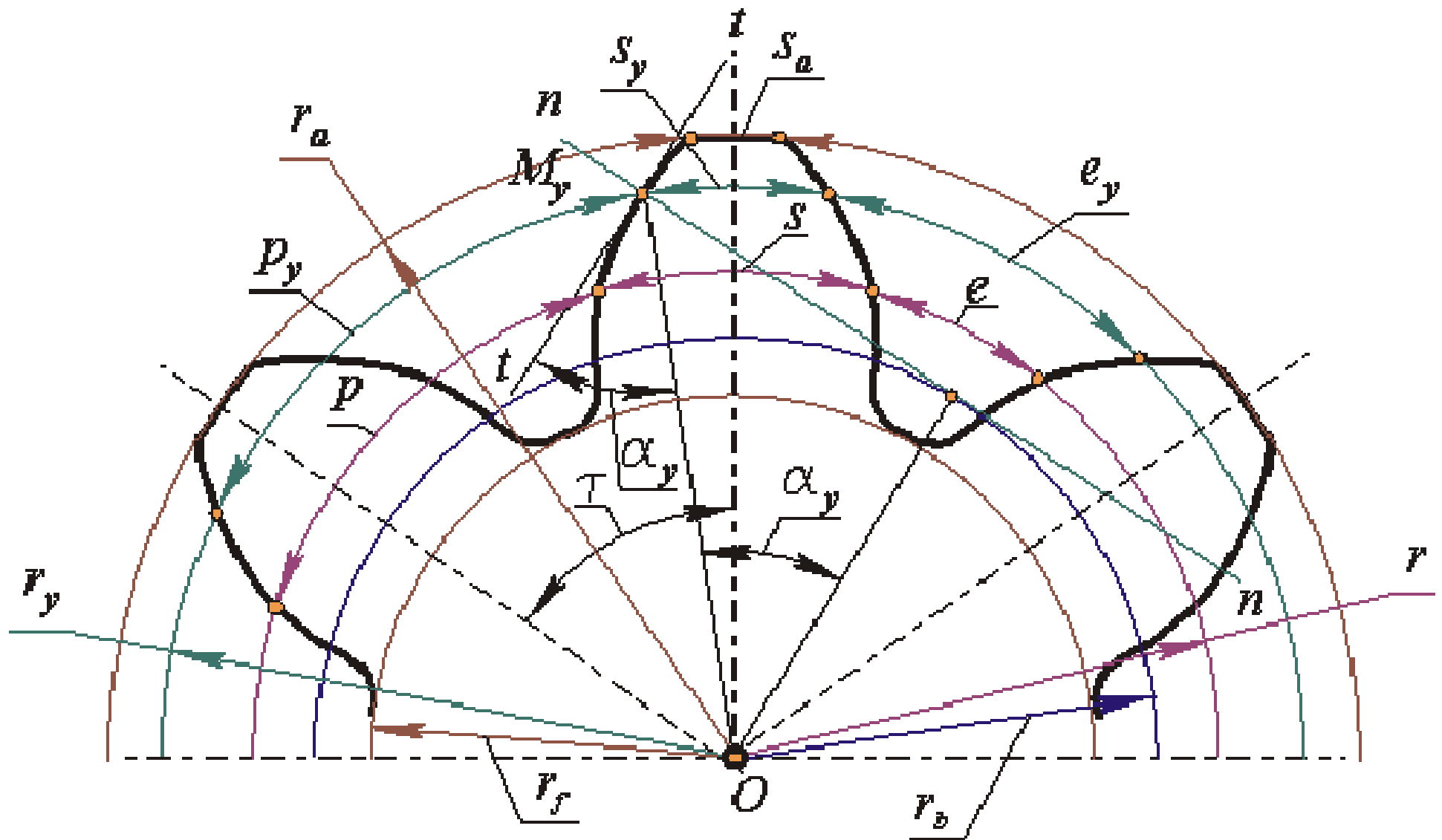
- **Еволвентно зацепване - свойства**



$$u_{12} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{r_{w2}}{r_{w1}} = \frac{r_{b2} \cos a_w}{r_{b1} \cos a_w} = \frac{r_{b2}}{r_{b1}} = const$$

$$u'_{12} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{r'_{w2}}{r'_{w1}} = \frac{r_{b2} \cos a'_w}{r_{b1} \cos a'_w} = \frac{r_{b2}}{r_{b1}} = const$$

Еволвентно зъбно колело



Параметри

- Стъпка – разстоянието по дъгата на окръжността между едноименни точки на профилите на съседни зъби (*под едноименни се разбират десни или леви профили на зъба*).
- Ъглова стъпка

$$p = \frac{pd}{z}; \quad p_b = \frac{pd_b}{z}; \quad p_y = \frac{pd_y}{z}; \quad t = \frac{2p}{z}$$

- Модул – линейна величина π пъти по малка от стъпката или отношението на стъпката по произволна концентрична окръжност на зъбното колело към π . Брой на милиметрите на диаметъра, на които се пада един зъб.
 - Pitch – брой зъби на колелото съответствуващи на 1 дюйм (цол, инч, 25.4mm) от диаметъра.
- Делителна окръжност - тази окръжност на зъбното колело, на която модулът и стъпката приемат стандартно значение.

$$d = \frac{p}{\pi} z = mz; \quad m = \frac{p}{\pi} [\text{mm}]$$

$$m = \frac{d}{z} [\text{mm}]$$

Стандартни означения

- по окръжностите:
 - делителна - без индекс,
 - върхова - a ,
 - петова - f ,
 - основна - b ,
 - начална - w ,
 - най ниски точки на активните профили - p ,
 - гранични точки - l ;

Стандартни означения

- по сеченията:
 - нормалное сечение - n ,
 - челно сечение - t ,
 - осевое сечение - x ;
- Отнасящи се към зъбонарезния инструмент - o .

Основни формули

$$\frac{p}{p_b} = \frac{d}{d_b} = \frac{1}{\cos a}; \quad \frac{p_y}{p_b} = \frac{d_y}{d_b} = \frac{1}{\cos a_y}.$$

$$p_b = p \cos a = pm \cos a;$$

$$p_y = p_b \frac{1}{\cos a_y} = pm \frac{\cos a}{\cos a_y}.$$

$$d_b = d \cos a = pz \cos a;$$

$$d_y \frac{d_b}{\cos a_y} = pz \frac{\cos a}{\cos a_y}.$$

$$d_w = \frac{d_b}{\cos a_w}$$

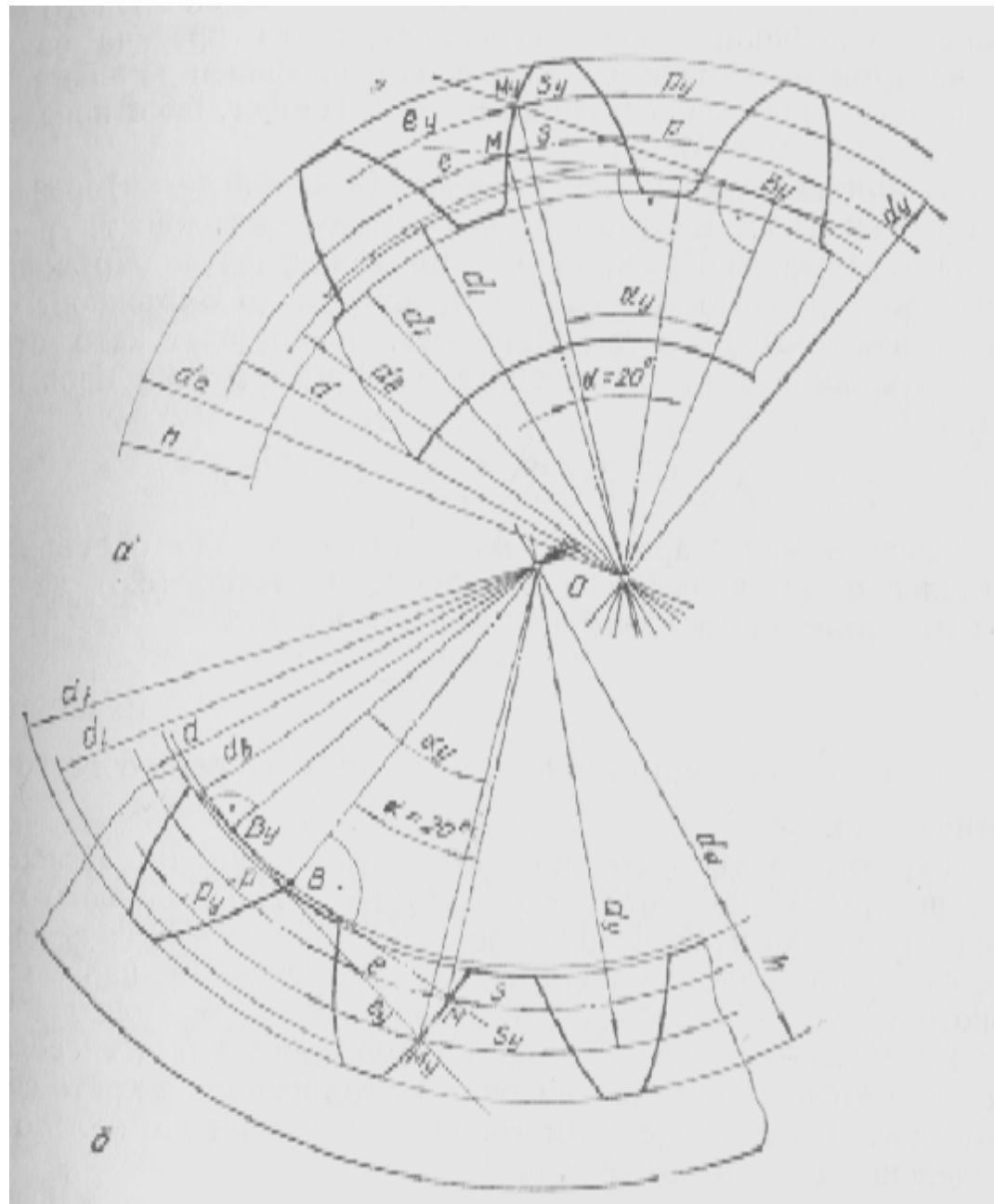
$$i_{12} = \frac{w_1}{w_2} = \frac{V_{P1} / O_1P}{V_{P2} / O_2P} = \pm \frac{O_2P}{O_1P} = \pm \frac{d_{w2}}{d_{w1}} = \pm \frac{d_{b2}}{d_{b1}} = \text{Const}$$

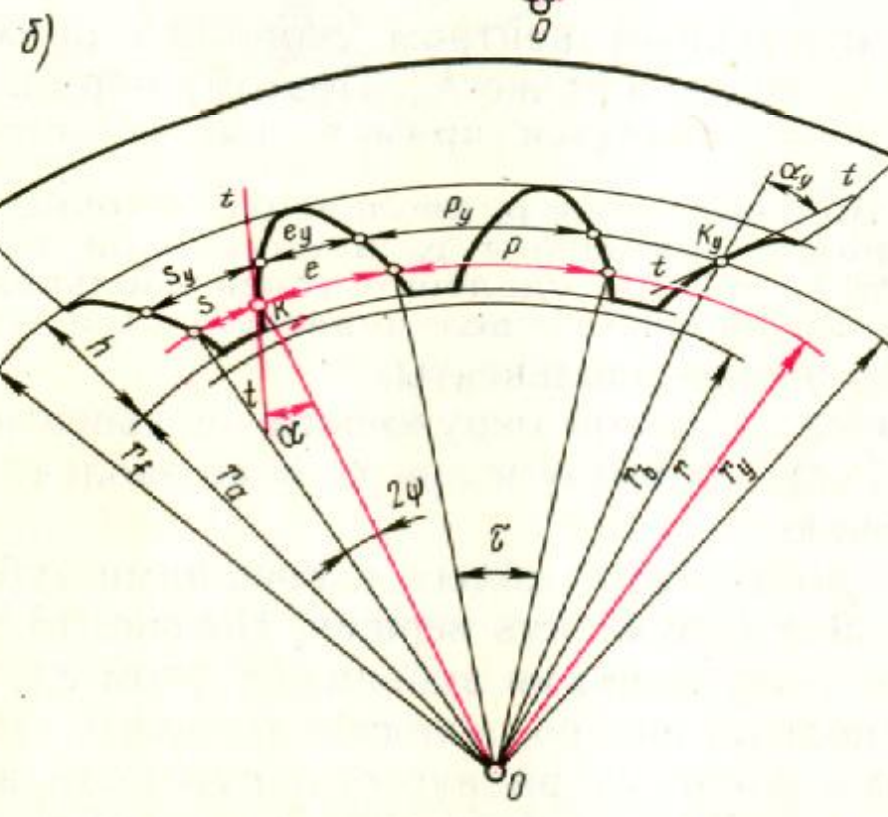
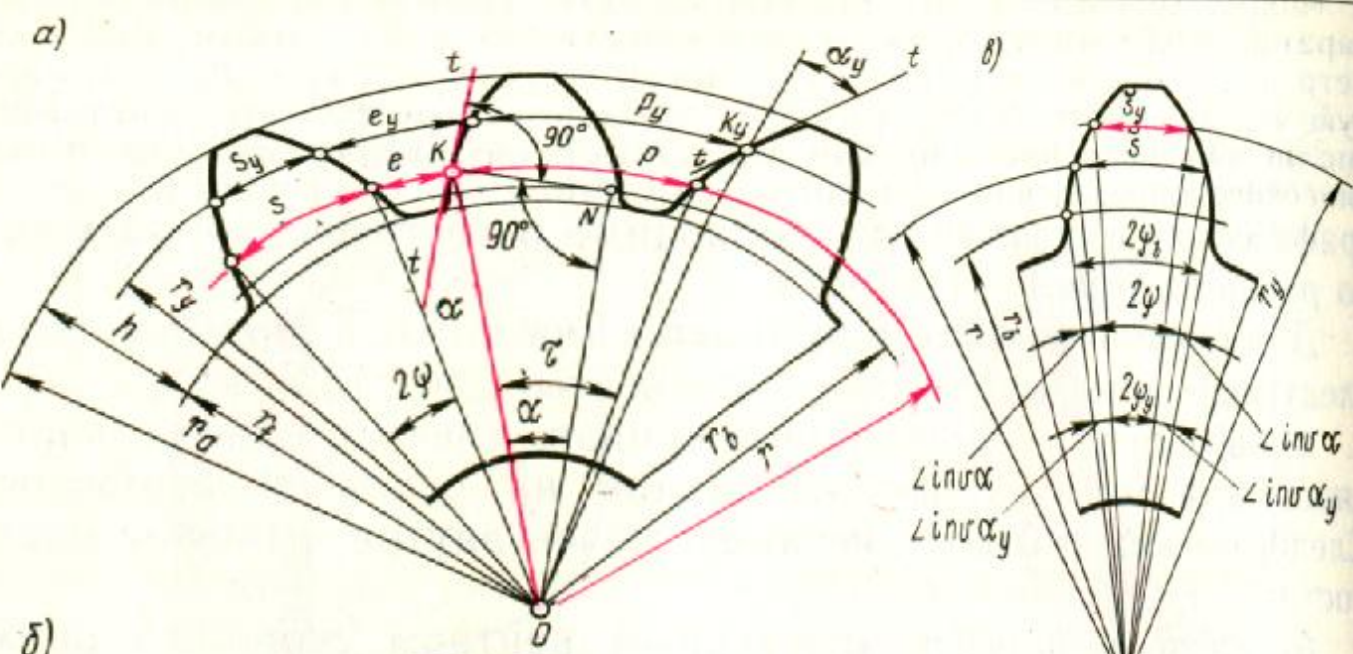
$$a_w = \frac{d_{w1} \pm d_{w2}}{2}$$

$$d_{b1} + d_{b2} = (d_{w1} + d_{w2}) \cos a_w = 2a_w \cos a_w$$

$$d_{b1} + d_{b2} = (d'_{w1} + d'_{w2}) \cos a'_w = 2a'_w \cos a'_w$$

$$a_w \cos a_w = a'_w \cos a'_w = a''_w \cos a''_w = \text{Const}$$

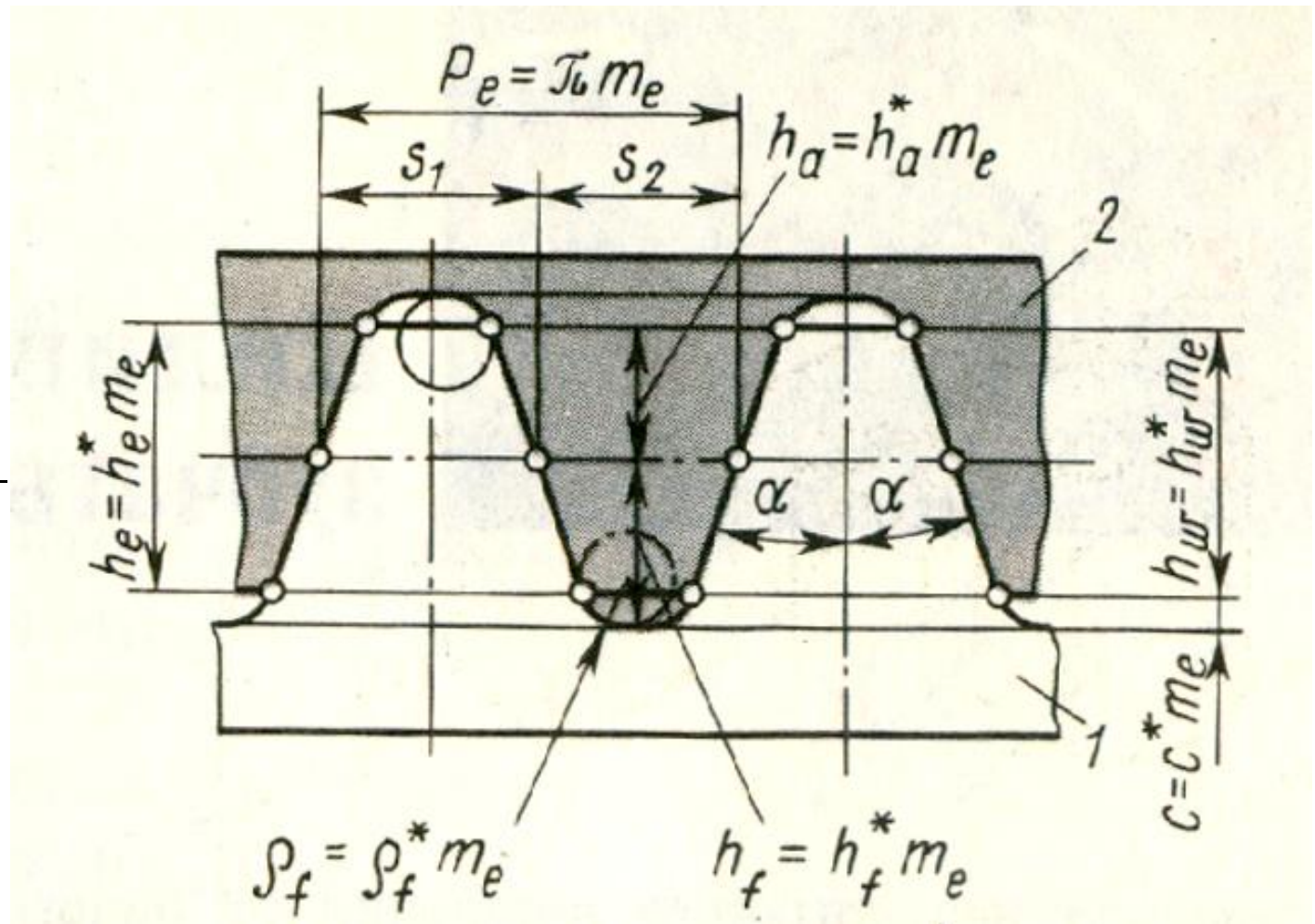
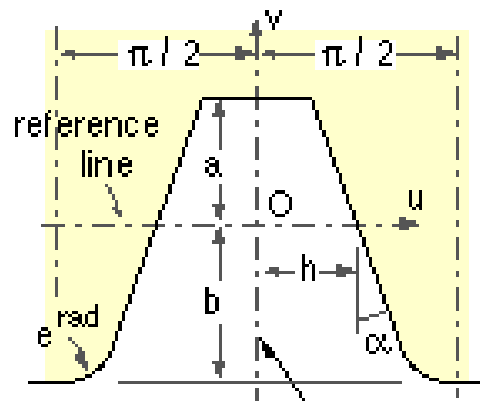


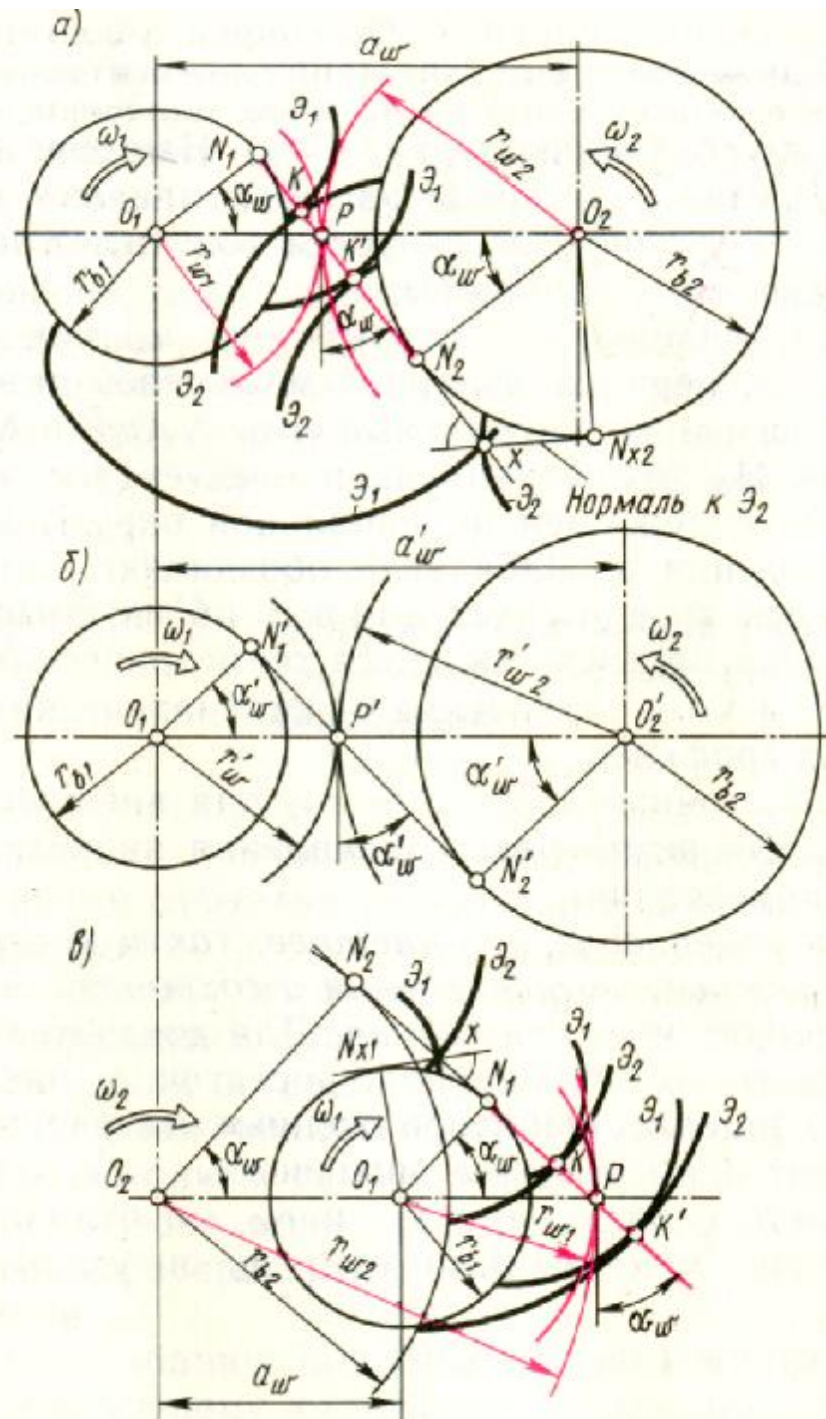


Стандартни модули за зъбни колела:

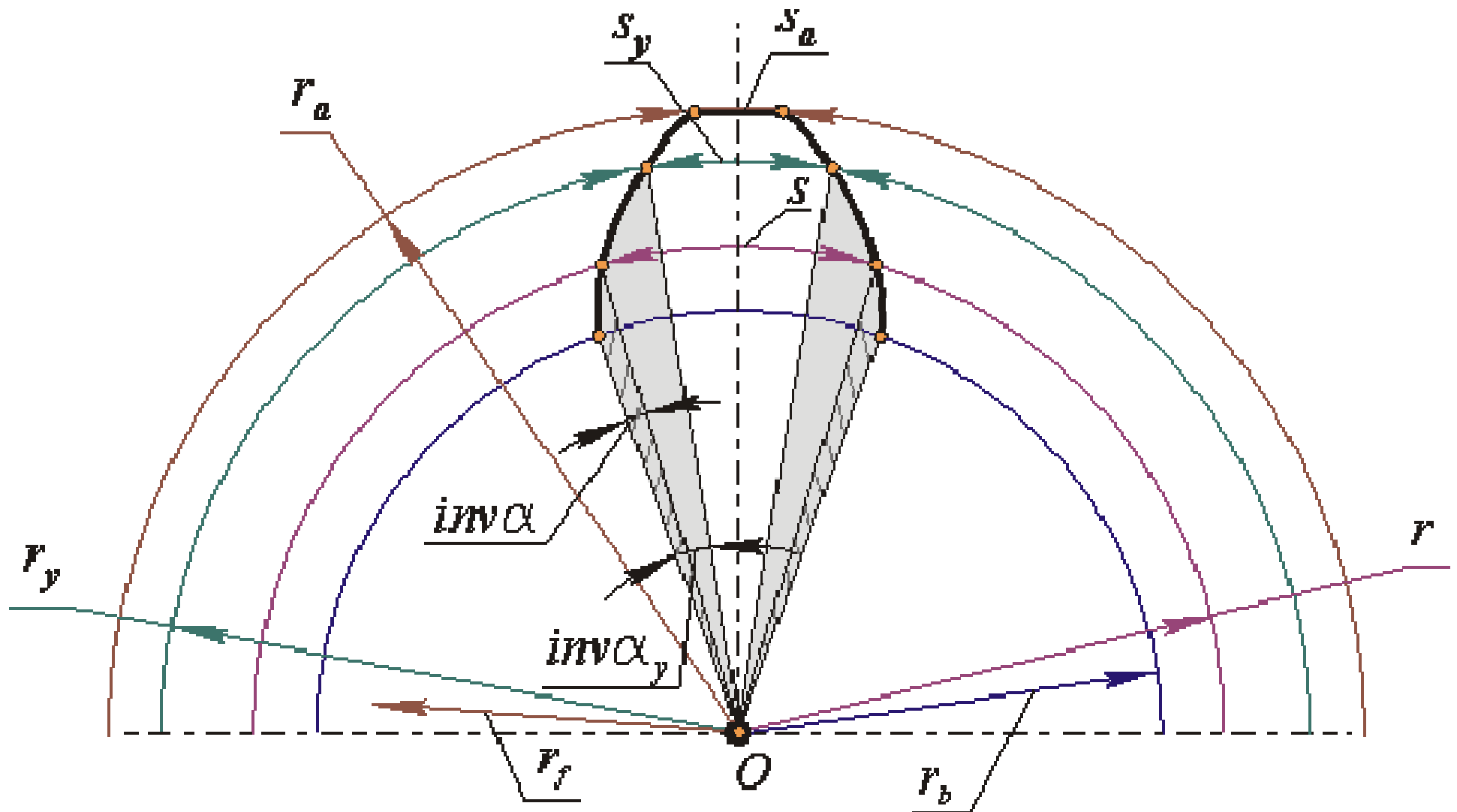
- $m = 1 \quad 1.25 \quad 1.5 \quad 2 \quad 2.5 \quad 3 \quad 4$
5 6 8 10 12 16 20 25
32 40 50 mm

Параметри на зъбния гребен





Дебелина на зъба по произволна окръжност



$$s = \frac{p}{2} + \Delta s = m \left(\frac{p}{2} + \Delta \right); \quad e = p - s. \quad \Delta = \frac{\Delta s}{m}$$

Коефициент на изменение на дебелината на зъба

$$s = e = \frac{p}{2} = \frac{pm}{2}; \quad \Delta = 0.$$

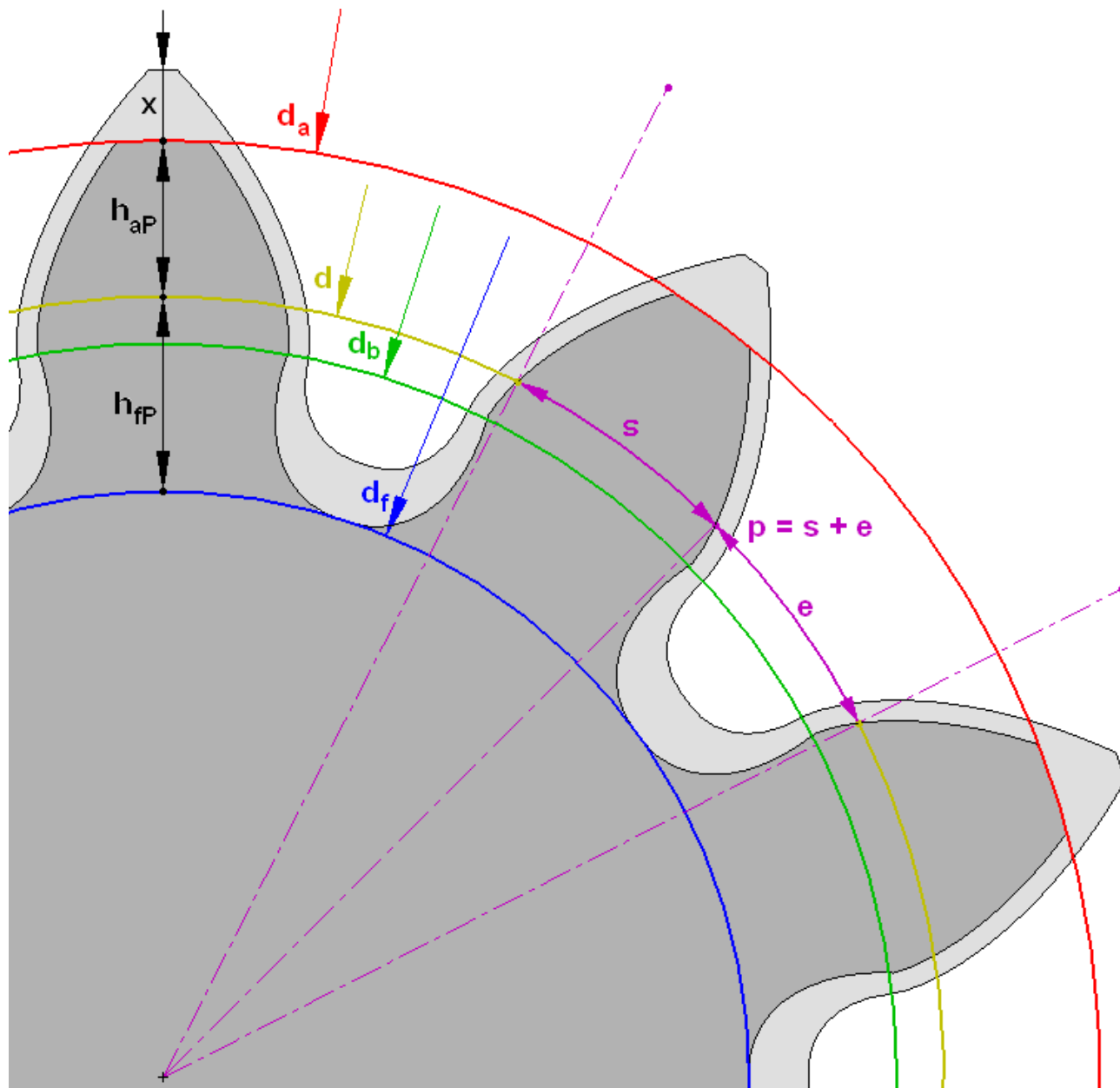
1.Нулеви колела

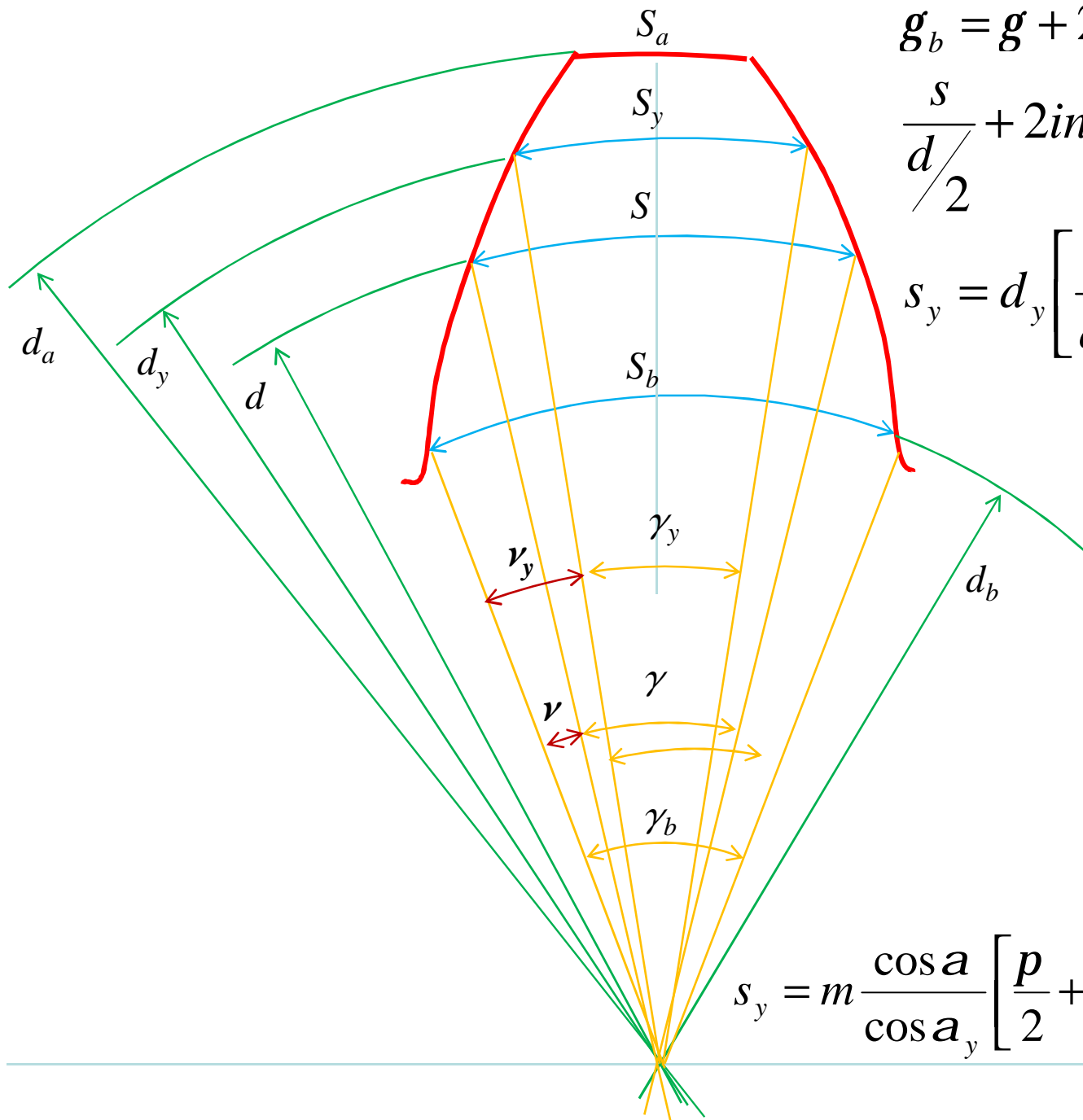
$$s > \frac{p}{2} = \frac{pm}{2}; \quad \Delta > 0.$$

2.Положителни колела

$$s < \frac{p}{2} = \frac{pm}{2}; \quad \Delta < 0.$$

3.Отрицателни колела





$$g_b = g + 2n = g_y + 2n_y$$

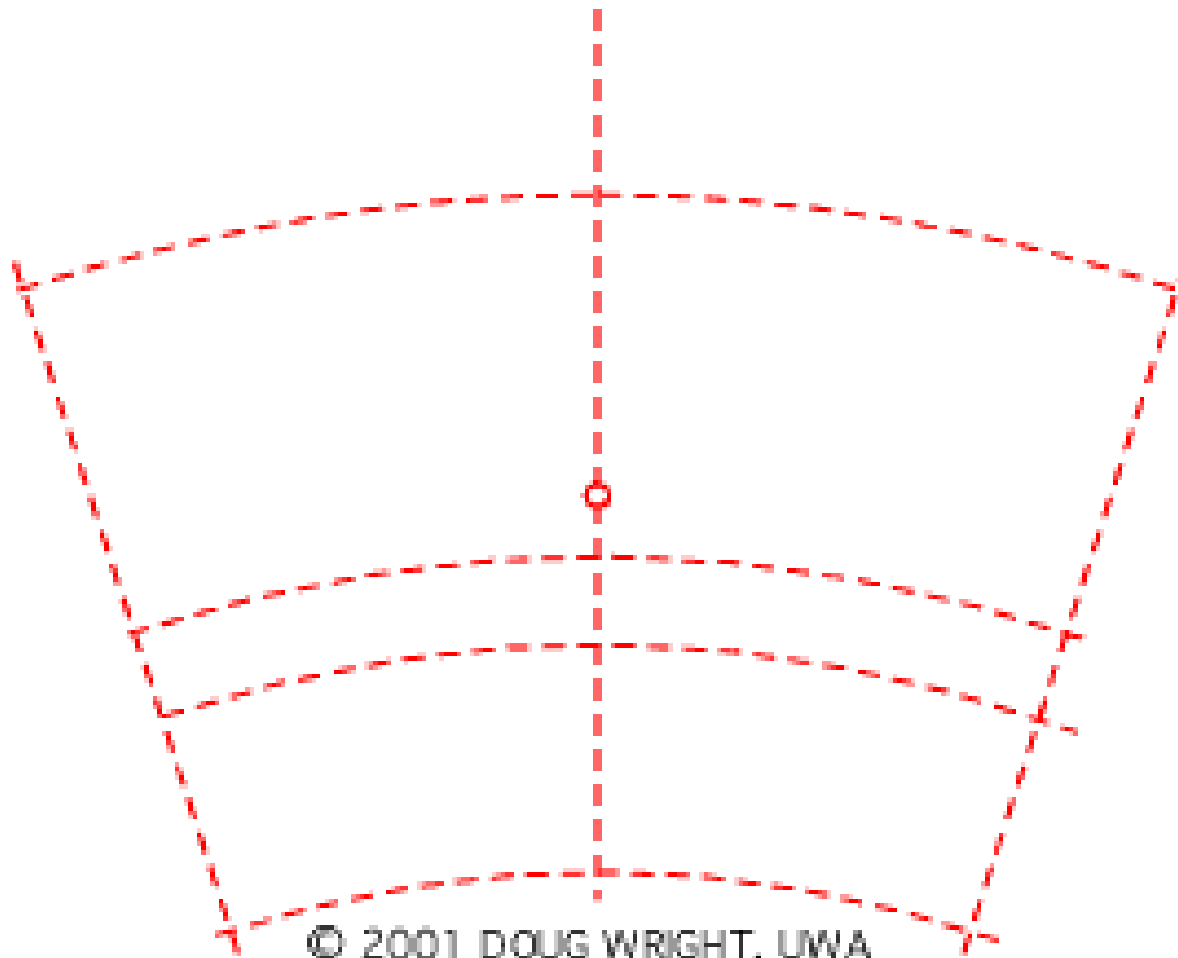
$$\frac{s}{d/2} + 2\text{inv}(a) = \frac{s_y}{d_y/2} + 2\text{inv}(a_y)$$

$$s_y = d_y \left[\frac{s}{d} - (\text{inv}(a_y) - \text{inv}(a)) \right].$$

$$s_y = m \frac{\cos a}{\cos a_y} \left[\frac{p}{2} + \Delta - z(\text{inv}(a_y) - \text{inv}(a)) \right].$$

Методи за изработване на зъбни колела

- **метод на копирането**, при който работните ръбове на инструмента по форма съответствуват на обработваната повърхност;
 - профилирана дискова или палцово фрезам;
 - отливка на зъбното колело във форма.
- **метод на обхождането**, при който инструмента и заготовката за сметка на кинематичната верига на машината изпълняват две движения - рязане и обхождане.
 - Обработка на зъбодълбачни или зъбнофрезовачни машини с червячни фрези или зъбодълбачни колела;
 - Накатка на зъбите с помощта на специално профилиран инструмент;
 - обработка на зъбношлифовачни машини с дискови кръгове.



© 2001 DOUG WRIGHT, UWA

