

7.9. Сили, действащи при еволвентното зацепване на цилиндричните зъбни предавки.

Натоварването на реалния зъб е сложно комбинирано, обусловено от самия процес на отъркаване и относително плъзгане на еволвентните профили в процеса на работа на зъбните двойки. За обезпечаване на надеждна работа на зъбната предавка е необходимо да има яснота за силовата картина в зъбното зацепване.

Силите, които действат в зъбното зацепване могат да се разделят в три групи:

-*външни статични и динамични сили* – появяват се в резултат от предавания въртящ момент;

-*вътрешни динамични сили* – породени са от неточности при изработване на зъбното колело и грешки при монтаж на предавката. В зависимост от влияещите фактори, честотата на изменение на силите е равна или пропорционална на честота на въртене на колелото;

-*сили на триене* – свързани са с наличие на плъзгане между зъбите.

Разделянето на силите на вътрешни и външни е условно, защото те са взаимосвързани. Определянето на вътрешните сили по теоретичен път е сложно, поради което осно значение имат експерименталните резултати.

Силите на триене имат променлива посока вследствие промяната на посоката на вектора на скоростта на плъзгане в полюса на зацепването С. Тези сили имат значение за к.п.д., загряването, износването и шума в предавката.

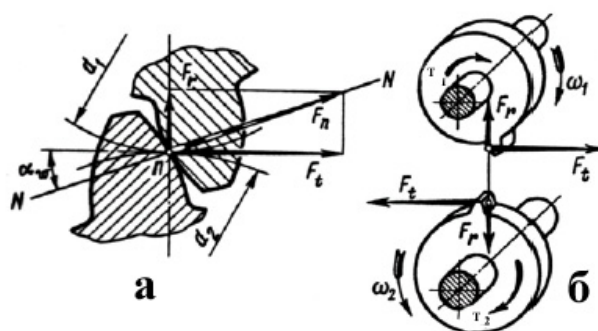
При определяне на силите в зацепването е прието да се изчисляват средните им стойности по делителната окръжност на колелото при статичен товар. Приема се също така, че зъбните колела са изработени точно и няма отклонения от взаимното разположение на елементите на предавката при монтаж. Това дава възможност силите, действащи в зъбното зацепване да се приемат като съсредоточени сили.

Основното проектно условие за профилирането на зъбите на зъбните механизми – основният закон на зацепването показва, че линията на зацепването е едновременно и линия на действие на предаваната сила, като обща нормала към работните профили на зацепената зъбна двойка /фиг.7.35/. Разпределената сила по контактната права на зъба се заменя с равнодействащата F_n , с направление по линията на зацепването NN'. Силите на триене, като сравнително малки, се пренебрегват. За изчисляване на зъбите, валове и лагерите им, силата F_n се разлага на две компоненти: периферна сила F_t и радиална сила F_r .

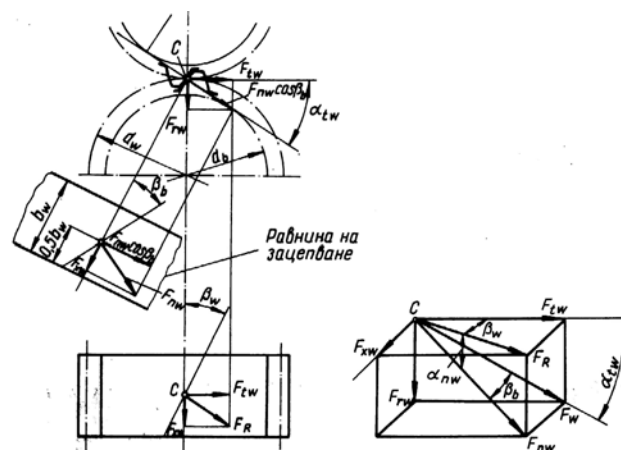
$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2T_2}{d_2} \quad (7.40)$$

$$F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha_w, \quad F_n = \frac{F_t}{\cos \alpha_w} \quad (7.41)$$

Когато зъбната предавка е с наклонени зъби, нормалната сила F_{nw} / фиг.7.36 / и се разлага на три компоненти:



Фиг.7.35. Силовa схема в зацепването на цилиндрична зъбна предавка с прави зъби.



Фиг.7.36. Силовa схема в зацепването на цилиндрична зъбна предавка с наклонени зъби.

периферна сила F_{tw} , радиална сила F_{rw} и осова сила F_x .

периферната сила

$$F_{tw} = \frac{2T}{d_w} \quad (7.42)$$

осовата сила

$$F_x = F_{tw} \operatorname{tg} \beta_w \quad (7.43)$$

и тяхната равнодействаща

$$F_R = \frac{F_{tw}}{\cos \beta_w} \quad (7.44)$$

В равнина, перпендикулярна на оста на зъбното колело се определят проекциите на силите:

радиалната сила

$$F_{rw} = F_R \operatorname{tg} \alpha_{nw} = \frac{F_{tw}}{\cos \beta_w} \operatorname{tg} \alpha_{nw} = F_{tw} \operatorname{tg} \alpha_{tw} \quad (7.45)$$

и нормалната сила

$$F_{nw} = \frac{F_R}{\cos \alpha_{nw}} = \frac{F_{tw}}{\cos \beta_w \cos \alpha_{nw}} = \frac{F_w}{\cos \alpha_{tw}} = \frac{F_{tw}}{\cos \beta_b \cos \alpha_{tw}} \quad (7.46)$$

При нулево или равноизместенозацепване изразите придобиват вида

$$F_t = \frac{2T}{d}; \quad F_x = F_t \operatorname{tg} \beta; \quad F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha_t; \quad F_n = \frac{F_t}{\cos \beta \cos \alpha_n} \quad (7.47)$$

При определяне на направлението на силите е необходимо да се отчита направлението на въртене на колелата и направлението на наклона на зъба /ляво или дясно/ /фиг.7.36 /. Осовата сила F_{xw} допълнително натоварва лагерите, нараствайки с увеличаване на ъгъл β . Наличието на тази сила е недостатък на този вид зъбни предавки. При шевронните зъбни колела силите на взаимодействие са както при цилиндричните зъбни колела с прави зъби / фиг.7.35 /.