

## К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕКРЫТИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

А. Е. БЕЛЯЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры прикладной механики)

При расчете зубчатых передач на контактную прочность во всех существующих методиках [1] [2] [4] используется формула Герца

$$\sigma_k = 0,418 \sqrt{\frac{P_n}{L_k} \cdot \frac{E}{\rho}}, \quad (1)$$

где  $P_n$  — нормальное усилие между зубьями,  
 $L_k$  — номинальная длина контактных линий,  
 $E$  — приведенный модуль упругости,  
 $\rho$  — приведенный радиус кривизны.

Величина  $L_k$  определяется по формуле

$$L_k = \frac{B \cdot \varepsilon_s}{\cos \beta_0}, \quad (2)$$

где  $B$  — рабочая ширина зубчатых колес,  
 $\varepsilon_s$  — коэффициент перекрытия,  
 $\beta_0$  — угол наклона зубьев на основном цилиндре.

Входящий в формулу (2) коэффициент перекрытия  $\varepsilon_s$  определяется выражением

$$\varepsilon_s = \frac{b_1 \cdot b_2}{t_{os}} = \frac{b_1 p + b_2 p}{t_{os}}, \quad (3)$$

где  $b_2 p$ ;  $b_1 p$  — участки линии зацепления,  
 $t_{os}$  — основной шаг в торцевом сечении.

Последняя величина, в общем виде, может быть определена по формуле

$$t_{os} = \pi m_s \cdot \cos \alpha_{os}, \quad (4)$$

где  $m_s$  — модуль зацепления в торцевом сечении,  
 $\alpha_{os}$  — профильный угол производящей рейки в торцевом сечении.

Согласно методике [2] величины  $b_1 p$  и  $b_2 p$  могут быть выражены через угол зацепления в торцевом сечении  $\alpha_s$  и диаметры начальных окружностей  $d$ .

$$\begin{aligned} \text{Так, } b_1 p &= 0,5 \left[ \sqrt{\left( \frac{d_1}{h_1'} \cdot \sin \alpha_s \right)^2 + 4 \left( \frac{d_1}{h_1'} + 1 \right)} - \frac{d_1}{h_1'} \cdot \sin \alpha_s \right] \cdot h_1' = \\ &= e_1 \cdot h_1', \end{aligned} \quad (5)$$

причем под величиной  $e_1$  понимается выражение в этой формуле, стоящее в квадратных скобках.

Аналогично

$$b_2 p = e_2 h_2'. \quad (6)$$

В формуле 5 и 6  $h_1'$  и  $h_2'$  — высоты головок соответственно шестерни и колеса.

Для упрощения нахождения коэффициента перекрытия  $\epsilon_s$  по формуле 3 методика [2] рекомендуем график, позволяющий находить величины  $e$  в зависимости от отношения  $\frac{d}{h'}$  при различных значениях  $\alpha_s$ .

Определение  $\epsilon_s$  сводится к определению величины  $\frac{d}{h}$  и по найденному значению  $\alpha_s$  к определению

(с помощью графика) коэффициента  $e$ . После подсчета основного шага (формула 4) находится коэффициент  $\epsilon_s$ .

Взяв за основу методику [2], можно упростить определение коэффициента перекрытия. Коэффициент перекрытия  $\epsilon_s$  [3] можно представить как сумму частных коэффициентов перекрытия I и II зон (рис. 1).

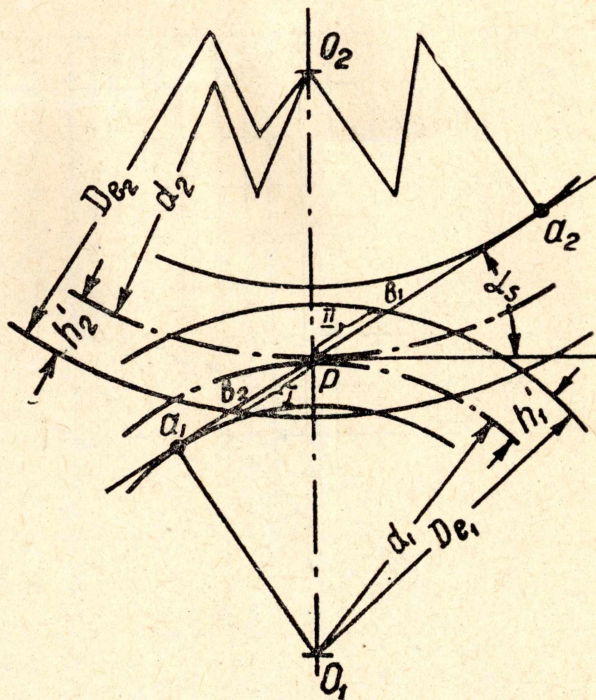


Рис. 1. К определению коэффициента перекрытия  $\epsilon_s$

$$\epsilon_s = \frac{b_1 p + b_2 p}{t_{os}} = \frac{b_1 p}{t_{os}} + \frac{b_2 p}{t_{os}} = \epsilon_{II} + \epsilon_I, \quad (7)$$

где  $\epsilon_I$  — частный коэффициент перекрытия зоны I, где происходит зацепление ножки зуба первого колеса с головкой зуба второго колеса;

$\epsilon_{II}$  — частный коэффициент перекрытия зоны II, где происходит зацепление головки зуба первого колеса с ножкой зуба второго колеса.

Подставляя выражение  $b_1 p$  и  $b_2 p$  (формулы 5 и 6) и  $t_{os}$  (формулы 4) почленно в последнее уравнение, получим (после некоторых преобразований) выражение для частных коэффициентов перекрытия  $\epsilon_I$  и  $\epsilon_{II}$ :

$$\epsilon_I = \frac{\cos \beta_d}{\pi \cdot \cos \alpha_{os}} \cdot e_2 \cdot \frac{h_2'}{m_n} = \Theta_{\epsilon_I} \cdot \frac{h_2'}{m_n},$$

$$\epsilon_{II} = \frac{\cos \beta_d}{\pi \cdot \cos \alpha_{os}} \cdot e_1 \cdot \frac{h_1'}{m_n} = \Theta_{\epsilon_{II}} \cdot \frac{h_1'}{m_n},$$

где  $\Theta_{\epsilon_I} = \frac{\cos \beta_d}{\pi \cdot \cos \alpha_{os}} \cdot e_2$ ,  $\Theta_{\epsilon_{II}} = \frac{\cos \beta_d}{\pi \cdot \cos \alpha_{os}} \cdot e_1$ .

$$\theta_{\varepsilon} = \frac{\cos \beta \delta}{\pi \cdot \cos \alpha_{05}} \cdot e$$

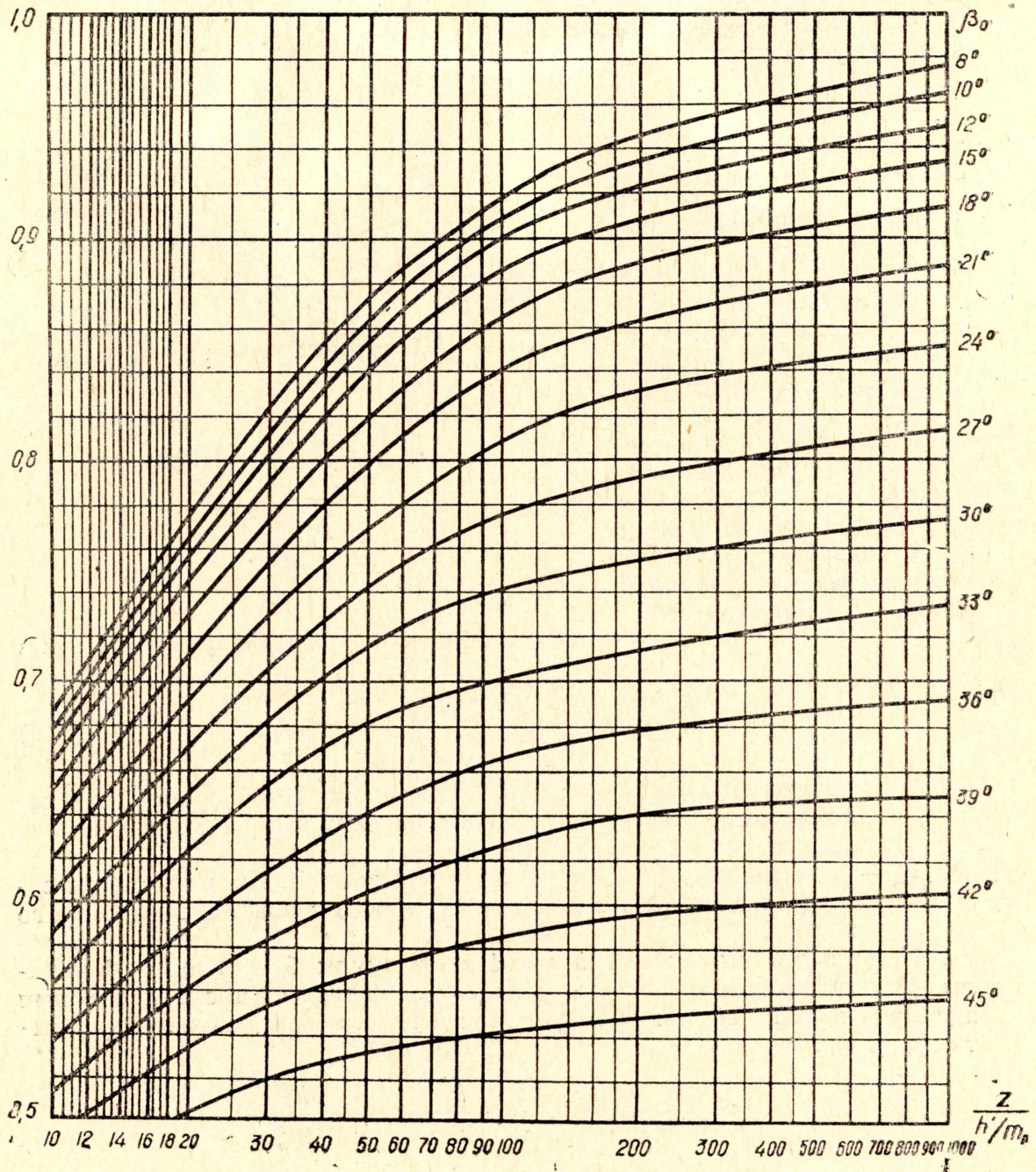


Рис. 2. График для нахождения величины  $\theta_{\varepsilon}$ .

Таким образом,

$$\varepsilon_s = \varepsilon_I + \varepsilon_{II} = \Theta_{\varepsilon_I} \cdot \frac{h'_2}{m_n} + \Theta_{\varepsilon_{II}} \cdot \frac{h'_1}{m_n}. \quad (8)$$

Коэффициенты  $\Theta_\varepsilon$  для обеих зон определяются с учетом коэффициента  $e$ . Для упрощения его нахождения построен график (рис. 2). По найденному значению отношения  $\frac{h'}{m_n}$  при различных углах наклона зуба по основному цилиндру  $\beta_0$  находится коэффициент  $\Theta_\varepsilon$ . При этом формула 8 не преобразовывается, так как найденные отношения  $\frac{h'_2}{m_n}$  и  $\frac{h'_1}{m_n}$  используются и для графического нахождения коэффициента  $\Theta_\varepsilon$  и коэффициента  $\varepsilon_s$ .

В частном случае, когда передача некоррегированная (т. е. высота головок зубьев равна величине нормального модуля зацепления ( $h' = m_n$ )), коэффициент  $\Theta_\varepsilon$  находится просто по числу зубьев  $Z$ , а выражение для коэффициента перекрытия  $\varepsilon_s$  оказывается равным

$$\varepsilon_s = \Theta_{\varepsilon_I} + \Theta_{\varepsilon_{II}}.$$

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Я. Г. Кистьян. Методика расчета зубчатых передач на прочность, ЦНИИТМАШ, кн. 107, Машгиз, М., 1963.
2. В. Н. Кудрявцев. Зубчатые передачи, Машгиз, М., 1957.
3. В. Н. Кудрявцев. Упрощенные расчеты зубчатых передач, М., Машгиз, 1960.
4. А. И. Петрусевич. Зубчатые передачи, в кн. «Детали машин», под ред. Н. С. Ачеркана, кн. 1, Машгиз, М., 1954.