

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,
 ρ — приведенный радиус кривизны.

Величина L_k определяется по формуле

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

где B — рабочая ширина зубчатых колес,
 ϵ_s — коэффициент перекрытия,
 β_0 — угол наклона зубьев на основном цилиндре.

Входящий в формулу (2) коэффициент перекрытия ϵ_s определяется выражением

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

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,
 α_{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 α_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 ϵ_s по формуле 3 методика [2] рекомендуем график, позволяющий находить величины e в зависимости от отношения $\frac{d}{h'}$ при различных значениях α_s . Определение ϵ_s сводится к определению величины $\frac{d}{h}$ и по найденному значению α_s к определению (с помощью графика) коэффициента e . После подсчета основного шага (формула 4) находится коэффициент ϵ_s .

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

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

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

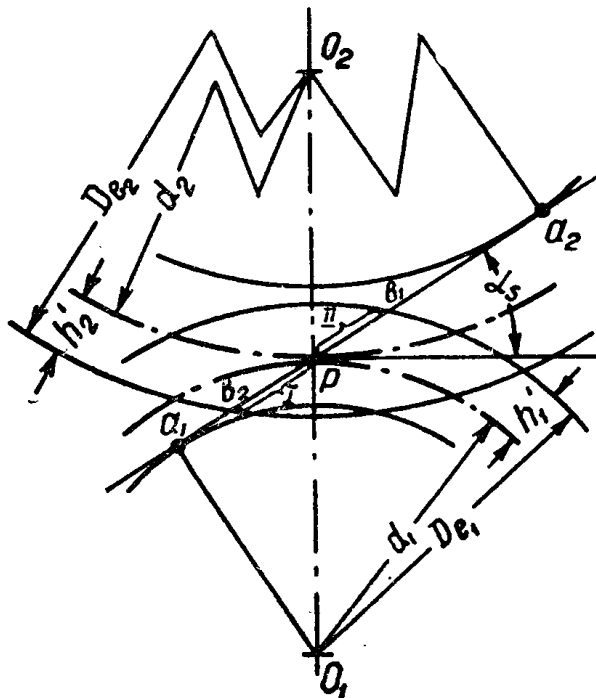


Рис. 1. К определению коэффициента перекрытия ϵ_s

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

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

ϵ_{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 ϵ_I и ϵ_{II} :

$$\epsilon_I = \frac{\cos \beta_d}{\pi \cdot \cos \alpha_{os}} \cdot e_2 \cdot \frac{h'_2}{m_n} = \Theta_{\epsilon_I} \cdot \frac{h'_2}{m_n},$$

$$\epsilon_{II} = \frac{\cos \beta_d}{\pi \cdot \cos \alpha_{os}} \cdot e_1 \cdot \frac{h'_1}{m_n} = \Theta_{\epsilon_{II}} \cdot \frac{h'_1}{m_n},$$

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

$$\theta_{\varepsilon} = \frac{\cos \beta \vartheta}{\pi \cdot \cos \alpha_{05}} \cdot \varrho$$

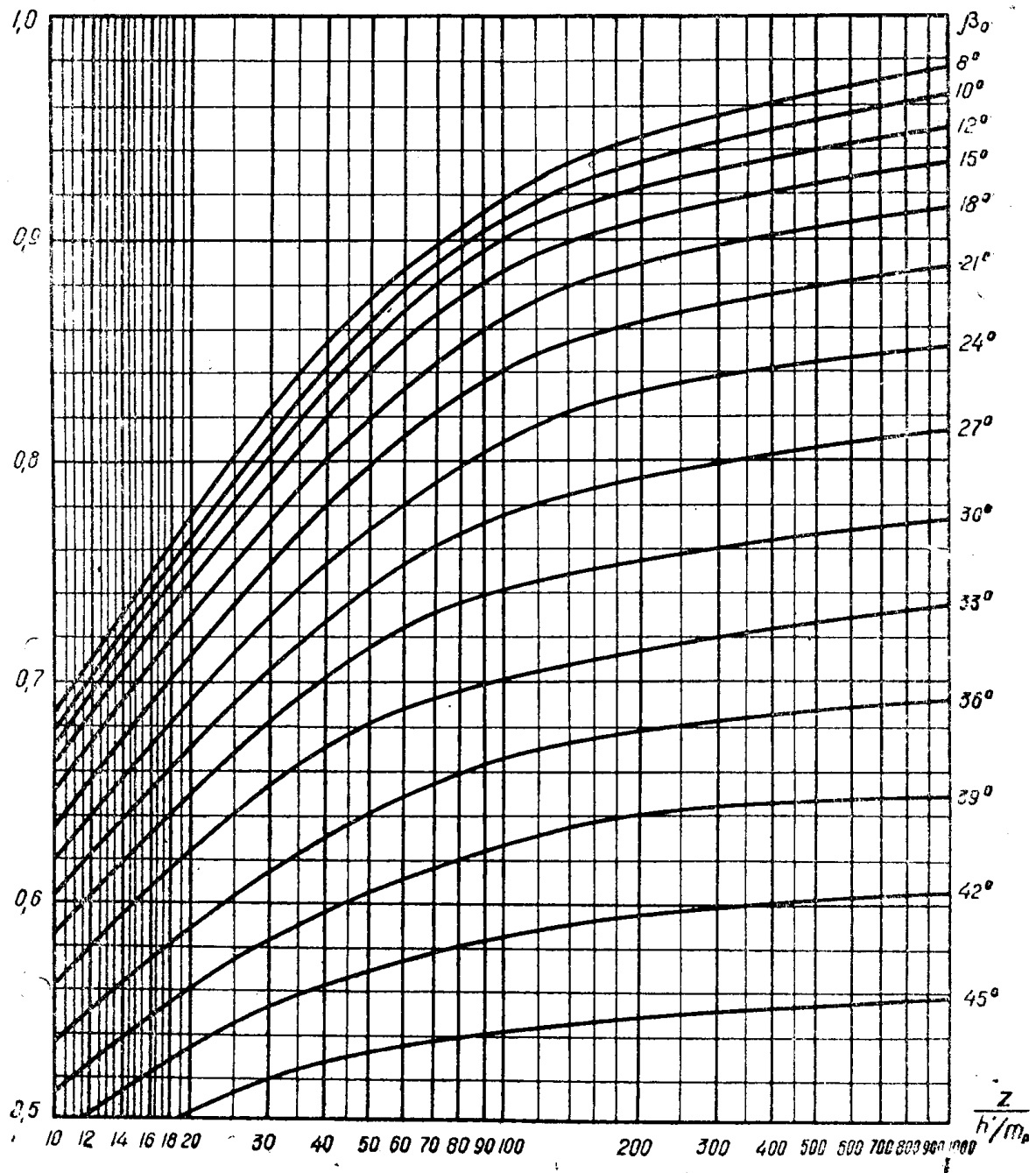


Рис. 2. График для нахождения величины θ_{ε} .

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 Θ_ε 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 β_o находится коэффициент Θ_ε . 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 Θ_ε и коэффициента ε_s .

В частном случае, когда передача некорректированная (т. е. высота головок зубьев равна величине нормального модуля зацепления ($h' = m_n$)), коэффициент Θ_ε находится просто по числу зубьев Z , а выражение для коэффициента перекрытия ε_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. Петрусевиц. Зубчатые передачи, в кн. «Детали машин», под ред. Н. С. Ачеркана, кн. 1, Машгиз, М., 1954.