

ВЛИЯНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ШИРИНЫ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА ОБЪЕМ ЗУБОРЕЗНЫХ РАБОТ

А. Е. БЕЛЯЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры прикладной механики)

Стремление уменьшить рост неравномерности распределения нагрузки с увеличением ширины колеса ограничивает последнюю. Поэтому в настоящее время конструкторы отдают предпочтение сравнительно узким зубчатым колесам, относительная ширина ψ которых (отношение ширины B к межцентровому расстоянию A) в выполненных передачах колеблется в широких пределах (0,2 ÷ 1,2). В связи с этим интересно оценить объем зуборезных работ для зубчатых колес с различными величинами ψ .

Оценка объема зуборезных работ $V_{з.р}$ может быть определена соотношением [1]

$$V_{з.р} = \Omega \cdot B \cdot d_d, \quad (1)$$

где Ω — коэффициент пропорциональности;
 d_d — диаметр делительной окружности;
 B — ширина зубчатого венца.

Величина d_d пропорциональна (Ω') межцентровому расстоянию A ($d_d = \Omega' \cdot A$). Таким образом,

$$V_{з.р} = \Omega \cdot B \cdot \Omega' \cdot A. \quad (2)$$

Согласно методике [3] межцентровое расстояние может быть выражено уравнением

$$A = (i \mp 1) \cdot \sqrt{\frac{M_1 \cdot K_k}{2 \cdot i \cdot [C_k] \cdot \vartheta_k \cdot \psi}}, \quad (3)$$

где M_1 — момент на шестерне;

i — передаточное число;

K_k — коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по ширине зубчатого венца и дополнительные динамические нагрузки при расчете на контактную прочность;

$[C_k]$ — допустимое значение коэффициента контактных напряжений;

ϑ_k — коэффициент, характеризующий повышенную нагрузочную способность косозубых передач;

φ_k — коэффициент, учитывающий увеличение нагрузочной способности коррегированных передач.

Для любых сравниваемых передач с различной величиной ψ (ψ_1 и ψ_2) формула 2 окажется

$$\frac{(V_{з.р})_{\psi_1}}{(V_{з.р})_{\psi_2}} = \frac{B_{\psi_1} \cdot A_{\psi_1}}{B_{\psi_2} \cdot A_{\psi_2}} \quad (4)$$

Здесь B_{ψ_1} , B_{ψ_2} , A_{ψ_1} , A_{ψ_2} — соответственно ширины и межцентровые расстояния двух сравниваемых передач (с $\psi = \psi_1$ и $\psi = \psi_2$).

Принимая во внимание характер сравнения, межцентровые расстояния можно записать

$$A_{\psi_1} = \theta \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{\psi_1}} \quad \text{и} \quad A_{\psi_2} = \theta \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{\psi_2}}, \quad (5 \text{ и } 5')$$

где

$$\theta = (i+1) \cdot \left(\frac{M_1 \cdot K_k}{2 \cdot i [C_k] \cdot \vartheta_k \cdot \varphi_k} \right)^3 \quad (6)$$

Заметим, что при сравнении передач одной и той же ступени редуктора коэффициенты θ сравниваемых передач будут практически одинаковыми; при сравнении быстроходных и тихоходных ступеней при прочих равных условиях в формулах (5 и 5') появятся значения $[C_k]$ соответствующие той ступени редуктора, которая имеет определенное значение ψ . Однако для двух- и даже для трехступенчатых редукторов при одинаковых уровнях величин $[C_k]$, что является одной из главных задач разбивки передаточного числа (см., например, по ГОСТ 2185—55 [4]), разница в скорости (при $V = 3 \div 15$ м/сек) не оказывает заметного влияния, и, следовательно, можно принять $[C_k]$ одинаковыми.

Подставляя выражения (5 и 5') в (4) и заменяя $B_{\psi_1} = A_{\psi_1} \cdot \psi_1$ и $B_{\psi_2} = A_{\psi_2} \cdot \psi_2$, получим

$$\frac{(V_{з.р})_{\psi_1}}{(V_{з.р})_{\psi_2}} = \frac{\psi_1 \cdot A_{\psi_1} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{\psi_1}}}{\psi_2 \cdot A_{\psi_2} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{\psi_2}}} = \sqrt[3]{\frac{\psi_1}{\psi_2}}$$

В закрытых передачах общего машиностроения принимают $\psi = 0,2 \div 0,4$. Если, например, перейти с $\psi = 0,4$ на $\psi = 0,3$, то

$$(V_{з.р})_{\psi_1} \approx 0,9 (V_{з.р})_{\psi_2},$$

т. е. объем зуборезных работ уменьшается \sim на 10%.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Е. Белаяев. Об объеме зуборезных работ при переходе с шевронных передач на косозубые. «Технология судостроения», № 6, Судпромгиз, Л., 1965.
2. А. Е. Белаяев. Влияние скорости на контактную прочность зубчатых передач. «Известия ТПИ», № 147, изд. ТГУ, Томск, 1966.
3. В. Н. Кудрявцев. Упрощенные расчеты зубчатых передач. Машгиз, М., 1960.
4. С. С. Миловидов. Детали машин. «Высшая школа», М., 1961.