

ОЦЕНКА НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ КОСОЗУБОЙ ПЕРЕДАЧИ В СРАВНЕНИИ С ПРЯМОЗУБОЙ

А. Е. БЕЛЯЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры прикладной механики)

В ряде методик расчета передач (например, [3]), имеющих большое распространение, косозубые передачи по несущей способности, лимитируемой контактной прочностью, приравниваются к прямозубым. Оценивая нагрузочную способность некоррегированных прямозубых (M_1) и косозубых (M_{1k}) передач коэффициентом $\vartheta_k = \frac{M_{1k}}{M_1}$, согласно методике [4], можно показать, что

$$\vartheta_k = \frac{\lambda_{\min} \cdot \epsilon_s}{K_p \cdot \cos^2 \beta_0}, \quad (1)$$

где λ_{\min} — коэффициент, характеризующий колебание длин контактных линий в косозубой передаче;

ϵ_s — коэффициент перекрытия;

K_p — коэффициент, учитывающий концентрацию нагрузки в полюсе зацепления;

β_0 — угол наклона зуба на основном цилиндре.

Равноценность нагрузочных способностей сравниваемых передач объясняют концентрацией нагрузки в полюсе зацепления, что вызвано большой суммарной жесткостью зубьев в полюсе зацепления, а также уменьшением износа рабочих поверхностей по мере приближения к полюсу, в соответствии со снижением скорости скольжения. При этом ссылаются на тот факт, что упомянутые факторы приводят к выкрашиванию в полюсе зацепления при нагрузках, считающихся допустимыми для прямозубых передач. Однако В. Н. Кудрявцев показал [5], что к оценке работоспособности прямозубых и косозубых передач, исходя из состояния их рабочих поверхностей, нельзя подходить с одинаковыми критериями. Возникающее выкрашивание в полюсе приведет к перераспределению контактных нагрузок в сторону увеличения на участках, удаленных от полюса, и в дальнейшем косозубая передача может нести гораздо большую нагрузку. Это послужило основанием обосновать теоретически и экспериментально величину $K_p = 1,2$ (вместо $K_p = 1,5 \div 1,6$, ранее принимавшуюся), реально отражающую действительность. Такая же величина была теоретически зафиксирована нами и в фланкированных косозубых передачах [2], хотя некоторые авторы считали, что в последних величины K_p должны оказаться значительно выше.

Проведенные эксперименты с косозубыми передачами [1] в интервале скоростей $20 \div 60$ м/сек подтвердили более высокую нагрузочную способность косозубых передач по сравнению с прямозубыми. На рис. 1 значения ϑ_k (по данным различных авторов) колеблются в интервале $\sim 1,1 \div 1,4$, причем единого взгляда на зависимость ϑ_k от угла β_d нет. В связи с этим пересчитанные по скорости качения данные (для возможности их сопоставления) нанесены в виде кривой 7. Анализ показывает, что значение ϑ_k можно принимать $1,3 \div 1,35$ для диапазона углов, с которыми чаще всего проектируются косозубые передачи. При этом характер изменения ϑ практически остается одинаковым для всех скоростей.

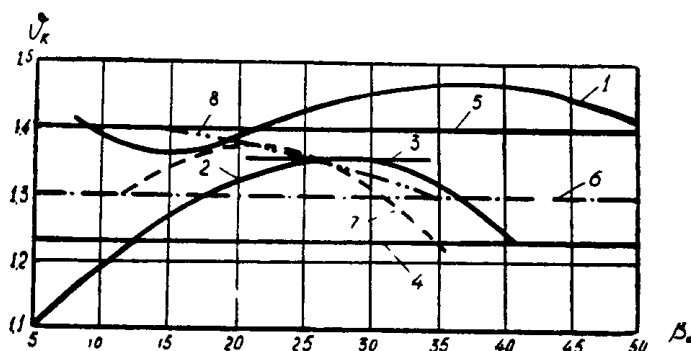


Рис. 1. Значение коэффициента v_k , по данным различных авторов:
 1 — по формуле (1),
 2, 3, 4, 5, 6 — зависимости построены по данным работы [4];
 7 — по нашим экспериментальным данным (среднее по трем скоростям);
 8 — по данным А. И. Хотеева [6]

Проведенные эксперименты позволяют также предположить, что и при высоких скоростях большей несущей способностью (в отличие от мнений авторов советских и зарубежных работ) из условия контактной прочности обладают передачи с малыми углами β_d .

В связи с этим в некоторых случаях проектировщикам скоростных приводов можно рекомендовать замену шевронных передач косозубыми с использованием специальных (упорных) шайб для восприятия осевых нагрузок. Отказываясь от традиционной конструкции, можно уменьшить осевые габариты и упростить зубонарезание.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Е. Беляев. Влияние угла наклона зубьев на контактную прочность передач. «Энергетическое машиностроение», № 9, М., 1965.
2. А. Е. Беляев. Распределение нагрузки вдоль линии контакта косозубых колес судовых редукторов. Технология судостроения, № 6, Судпромгиз, Л., 1965.
3. Я. Г. Кистьянц. Методика расчета зубчатых передач на прочность. Машгиз, М., 1954.
4. В. Н. Кудрявцев. Зубчатые передачи. Машгиз, М., 1957.
5. В. Н. Кудрявцев. К расчетам на прочность зубчатых передач. Сборник трудов ЛМИ, № 23, Л., 1962.
6. А. И. Хотеев. Экспериментальное определение влияния угла наклона зубьев на нагрузочную способность цилиндрических зубчатых передач. Сб. «Пути снижения габаритов и веса зубчатых передач», Л., 1959.