

УДК 621.833

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИСХОДНОГО ПРОИЗВОДЯЩЕГО КОНТУРА ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

Сорокин А. Д., Оссиала В. Б. А., Суслин А. В.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Повышение экономичности авиационных двигателей связано с созданием винтовентиляторных газотурбинных двигателей (ГТД), в которых обязательно присутствует редуктор. В настоящее время в эксплуатации находятся турбовинтовые двигатели (ТВД), которые прекрасно себя показали в эксплуатации, имеют большой ресурс (например, НК-12). Но у них возникли проблемы с редуктором, в котором наблюдаются усталостные разрушения поверхностей зубьев. При ремонте ТВД 70% зубчатых колес отбраковываются по причине контактных разрушений материала на зубьях. Такие колеса в редукторе в основном прямозубые. Можно перейти на косозубые передачи, но это потребует переделать подшипниковые узлы. Нам представляется более перспективный путь снижения контактных напряжений – это увеличение коэффициента перекрытия ε_α больше двух. Это обеспечит более мягкий, безударный вход в зацепление, более оптимальную геометрию зуба и химико-термическую обработку, чем изготовление зуба стандартным исходным производящим контуром (ИПК). Зубчатые колеса со стандартным ИПК не позволяют получить коэффициент перекрытия больше двух. Зубчатые передачи с гарантированным коэффициентом перекрытия больше двух снижают уровень вибрации и повышают несущую способность передачи примерно на 40% [1, 2, 3].

Предлагается методика проектирования нестандартного ИПК для получения коэффициента перекрытия больше двух. Определяется предельный коэффициент перекрытия, при котором толщина зуба на головке $S_\alpha = 0$ по зависимости:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{z_1}{2\pi} [tg\alpha_{\Delta 1} + Utg\alpha_{\Delta 2} - (1 + U)tg\alpha_w],$$

где U – передаточное число; α_w – угол зацепления; $\alpha_{\Delta 1}, \alpha_{\Delta 2}$ – угол профиля эвольвенты на головке зуба; $inv\alpha_{\Delta 1} = inv\alpha + \frac{0,5\pi}{z_1}$; $inv\alpha_{\Delta 2} = inv\alpha + \frac{0,5\pi}{z_2}$.

Углом α можно варьировать, начиная с $\alpha = 20^\circ$. При этом принимаем $\alpha_w = \alpha$.

Относительную толщину зуба на головке можно определить по зависимости:

$$\frac{S_{a1}}{m} = (z_1 + 2h_a^*) \left(\frac{\pi}{2z_1} + inv\alpha - inv\alpha_{a1} \right),$$

где m – модуль зацепления; h_a^* – коэффициент высоты головки зуба (для стандартного ИПК $h_a^* = 1,0$).

Коэффициентом h_a^* тоже можно варьировать, начиная с $h_a^* = 1,0$. Допускаемые значения $\frac{S_{a1}}{m} = 0,3 \dots 0,4$.

Определяется торцовый коэффициент перекрытия ε_α по зависимости:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{z_1}{2\pi} [tg\alpha_{a1} + Utg\alpha_{a2} - (1 + U)tg\alpha_w],$$

где α_{a1}, α_{a2} – углы профиля эвольвенты на головке зуба.

Для передачи с исходными данными $z_1 = 36$; $z_2 = 48$; $m = 4,5$ мм; $a_w = 189$ мм была поставлена задача спроектировать ИПК с $\varepsilon_\alpha > 2$. Результаты приведены на рисунках 1, 2, 3.

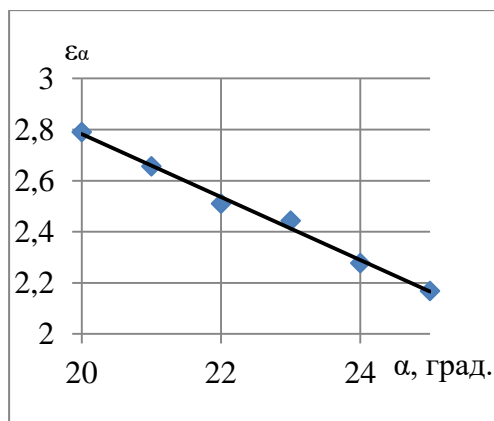


Рис. 1. Предельный коэффициент перекрытия

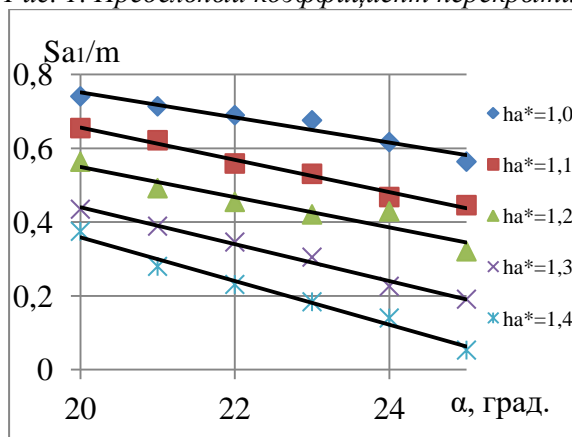


Рис. 2. Зависимости ширины головки зуба от угла зацепления

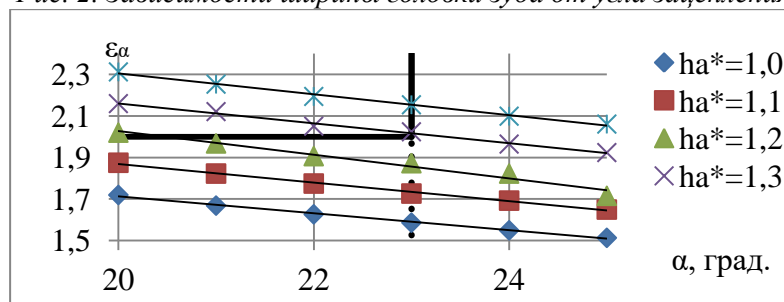


Рис. 3. Зависимости коэффициента перекрытия от угла зацепления

Из этого следует, что угол профиля инструмента $\alpha = 23^\circ$, а $h_a^* = 1,3$. Но при этом необходимо учесть следующие обстоятельства:

- зубчатые колеса должны изготавливаться не грубее пятой степени точности по нормам плавности и контакта;
- для шлифования поверхности зубьев необходимо делать колеса с поднутрением для выхода шлифовального круга, чтобы не затронуть переходную поверхность.

Библиографический список

1. Авиационные зубчатые передачи и редукторы: Справочник [Текст]/Под ред. Э. Б. Вулгакова. – М.: Машиностроение, 1981. – 374 с., ил.
2. Алексеев В. И., Суслин А. В. Повышение нагрузочной способности и долговечности высокоскоростных зубчатых передач [Текст]// Трение и износ – 1996(17), №3.–С. 128-130.
3. Петровский, А. Н. К задаче оптимизации параметром эвольвентного зацепления [Текст]/А.Н. Петровский//Сб. научных трудов/ НГТУ им. Р. Е. Алексеева. -2011. – №2. – С. 75-87.