

*В. Н. Павлов, канд. техн. наук, проф.,
А. С. Крыжановский, канд. техн. наук, доц.*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТОРЦЕВОГО ПЕРЕКРЫТИЯ В ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧЕ

Национальный авиационный университет

Разработан способ экспериментального определения коэффициента торцевого перекрытия в зубчатом зацеплении. Способ основан на разработанном ранее методе раздельного измерения толщины граничного и гидродинамического смазочных слоев. Описана методика экспериментального определения коэффициента торцевого перекрытия. Приведены результаты экспериментальных измерений коэффициента перекрытия и их сравнение с теоретическими значениями.

Введение. Качество зубчатых передач зависит от изготовления с ошибками зубчатых колес и деформацией деталей (корпусов редуктора, валов, подшипников) под нагрузкой, определяющих их взаимное расположение. Основными ошибками изготовления зубчатых колес являются ошибки шага и формы профиля зубьев. Расчётная нагрузка на зубья в большинстве случаев отличается от полезной. При вращении колёс линия контакта зубьев перемещается в поле зацепления (рис. 1, *а*), у которого одна сторона равна длине активной линии зацепления g_α , а другая – рабочей ширине зубчатого венца b_w [1]. Пусть линия контакта 1 первой пары зубьев находится в начале поля зацепления, тогда при $p_b < g_\alpha$ в поле зацепления находится ещё и линия контакта 2 второй пары зубьев. При вращении колёс линии 1 и 2 перемещаются в направлении, указанном стрелкой. Когда вторая пара переместится на границу поля 2', первая пара займёт положение 1. При дальнейшем движении на участке 1'–2 зацепляется только одна пара зубьев. Однопарное зацепление продолжается до тех пор, пока пара 1 не займёт положение 2. В этот момент в зацепление вступит следующая пара зубьев и снова начнётся двухпарное зацепление. Касательно переходя от поля зацепления к профилю зуба (рис. 1, *б*) можно отметить, что зона однопарного зацепления 1–2 располагается посередине зуба

или в месте полюса зацепления. В зоне однопарного зацепления зуб передаёт полную нагрузку F_n , а в зоне двухпарного зацепления – только половину нагрузки. Размер зоны однопарного зацепления зависит от значения коэффициента торцевого перекрытия: $\epsilon_\alpha = g_\alpha/p_b$, где p_b – основной окружной шаг зубьев. По условию непрерывности зацепления и плавности хода передачи должно быть $\epsilon_\alpha > 1$.

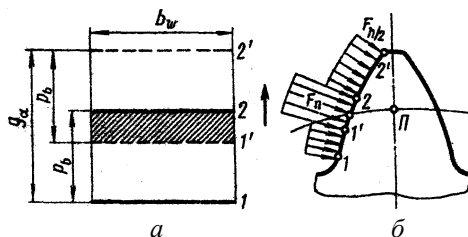


Рис. 1. Схема однопарного и двухпарного зацепления зубьев

Целью настоящей работы являются разработка способа экспериментального определения коэффициента торцевого перекрытия в зубчатой передаче.

Методика исследований. Для измерения толщины смазочного слоя между зубьями был разработан метод, основанный на измерении падения напряжения на электрическом разряде, возникающем в смазочном слое, находящемся между зубьями [2]. Величина этого напряжения пропорциональна толщине смазочного слоя. Этот метод позволяет отдельно измерять толщину смазочных слоёв различной природы образования за счёт механического разрушения сформировавшихся поверхностных слоёв.

Результаты исследований. Для экспериментального определения коэффициента торцевого перекрытия вначале производят приработку зубчатой передачи в условиях обильной смазки и действия рабочей нагрузки до образования сплошного смазочного слоя между зубьями. Затем во время остановки при помощи мелкой полировальной шкурки производят зачистку рабочих поверхностей зубьев через каждую пару зацепляющихся зубьев при коэффициенте перекрытия $\epsilon_\alpha \leq 2$ и зачистку поверхностей двух пар зубьев подряд через каждые две пары зацепляющихся зубьев при коэффициенте перекрытия $\epsilon_\alpha > 2$ и при измерениях на косозубых и шевронных колёсах. В процессе работы зубчатой передачи производят за-

пись осциллограммы раздельного измерения толщины смазочных слоёв (рис. 2). На осциллограмме отрезки a_1 и a_2 характеризуют фазы зацепления и равны длине рабочего участка линии зацепления; b – отрезок, равный длине однопарного зацепления; h_1 – высота, пропорциональная толщине смазочного слоя между зубьями с удалённым слоем; h_2 – высота, пропорциональная толщине смазочного слоя с не удалённым слоем; p_{os1} – отрезок, пропорциональный величине основного шага ведущего колеса; p_{os2} – отрезок пропорциональный величине основного шага ведомого колеса. Коэффициент торцевого перекрытия зубчатого зацепления определяется как отношение рабочей длины линии зацепления к шагу по основной окружности: $\varepsilon_{\alpha 1} = \frac{a_1}{p_{os1}}$; $\varepsilon_{\alpha 2} = \frac{a_2}{p_{os2}}$.

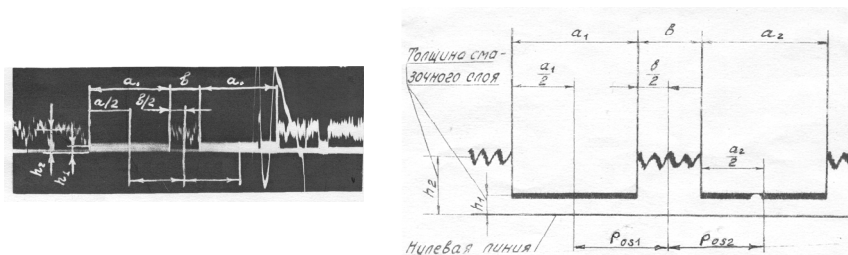


Рис. 2. Схема и осциллограмма определения коэффициента торцевого перекрытия

Проведено сравнение данных, полученных экспериментально и по теоретическим зависимостям [3]. Так, по приведенной осциллограмме коэффициент торцевого перекрытия получается равный $\varepsilon_{\alpha}^{\circ} = 1,34$, а рассчитанный по формуле $\varepsilon_{\alpha}^{\tau} = 1,56$. Обработка других данных показала, что расхождение составляет 10 – 15%. Для определения действительных величин основного шага зубчатых колёс необходимо определить масштаб отрезков p_{os1} и p_{os2} .

Выводы:

1. Разработан способ экспериментального определения коэффициента торцевого перекрытия в зубчатой передаче.
2. Показано, что экспериментальное значение коэффициента торцевого перекрытия в зубчатом зацеплении меньше теоретических на 10–15%.

3. Предложенный способ позволяет экспериментально определить и другие динамические характеристики зубчатого зацепления, в частности, величину основного шага колёс.

4. Полученные результаты по экспериментальному определению динамических характеристик зубчатых передач позволяют более точно определять действительную рабочую нагрузку в зацеплении зубьев, что очень важно при их расчётах на прочность.

Список литературы

1. *Иванов М.Н.* Детали машин. – М.: Высш. шк., 1991, –С. 115–118.
2. *Кадомский В.П.* Исследование образования смазочных слоёв при трении /В.П.Кадомский, В.Н.Павлов, М.В.Райко // Проблемы трения и изнашивания. – К.: Техніка, 1979, – С. 79 – 83.
3. *А.с. № 476438.* Способ измерения динамических характеристик зубчатого зацепления / В.Н.Павлов, В.П.Кадомский, М.В.Райко, В.С.Белуос, заявл. от 12.03.75.

УДК 531.717.2.2.621

Павлов В.М., Крижановський А.С. **Експериментальне визначення коефіцієнта торцевого перекриття в зубчастій передачі** // Проблеми тертя та зношування: Наук.-техн. зб. – К.: Вид-во НАУ «НАУ-друк», 2009. – Вип. 52. – С.81–84.

Розроблено спосіб експериментального визначення коефіцієнта торцевого перекриття в зубчастому зацепленні. Спосіб ґрунтується на методі роздільного вимірювання товщини граничного та гідродинамічних мастильних шарів. Описано методику експериментальних досліджень та наведено результати вимірювань коефіцієнта торцевого перекриття в зубчастій передачі. Проведено порівняння експериментальних та теоретичних даних.

Рис. 2, список лит.: 3 наим.

Pavlov V., Kryzhanovskyi A. **Experimental determination of the contact ratio in a gearing**

Method of the contact ration determination in a gearing by experiment was developed. This method is based on the principle of the independent measurement of boundary and hydrodynamic lubricant layers thicknesses. Experiment techniques as well as measuring results of the contact ratio in a gearing are given. Comparison of experimental and theoretical data was made.

Стаття надійшла до редакції 28.10.09.