

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачёва»

Кафедра прикладной механики

ГЕОМЕТРИЯ КОЛЕСА И ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Методические указания к практической работе по механике
для студентов направлений 280700.62, 140100.62,
специальности 130101.65 и по прикладной механике
для студентов специальности 130400.65

Составитель В. Н. Ермак

Утверждены на заседании кафедры
Протокол №10 от 30.04.2013
Рекомендованы к печати учебно-
методической комиссией
направления 130400.65
Протокол № 14 от 28.06.2013
Электронная копия хранится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2013

Цель и содержание работы

Цель работы – изучить геометрию эвольвентного зубчатого колеса и зацепления. Для этого производится обмер предложенного зубчатого колеса, определяется его модуль и коэффициент смещения производящего контура, строится зацепление данного колеса с другим таким же. Работа рассчитана на два часа.

Краткие сведения из теории

Геометрия колеса. Модуль m входит в выражение шага по любой окружности, в частности, шага p_b по основной окружности:

$$p_b = \pi m \cos \alpha.$$

По свойству эвольвенты шаг p_b равен шагу p_n по нормали к профилям зубьев. Как видно по рис. 1, где 1 – исследуемое колесо, 2 – штангенциркуль, w_n и w_{n+1} – длина общей нормали по n и $n+1$ зубьям,

$$p_n = w_{n+1} - w_n, \quad (1)$$

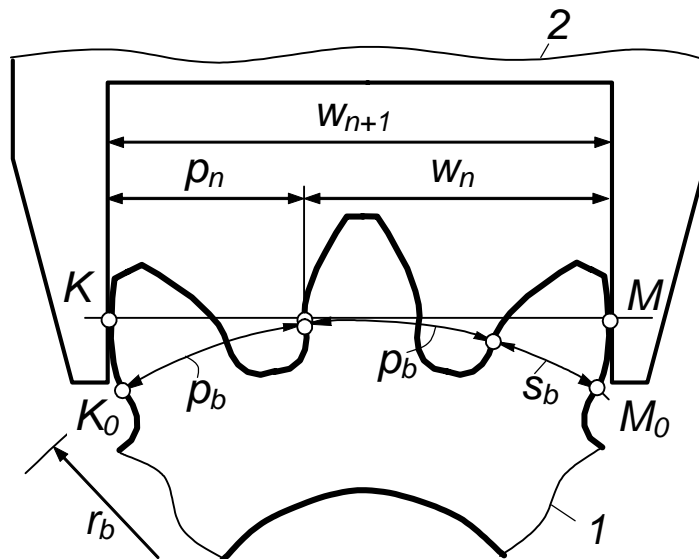


Рис. 1

Из выражения для p_b и из $p_b = p_n$ следует, что модуль

$$m = \frac{p_n}{\pi \cos \alpha}, \quad (2)$$

где α – угол профиля производящего контура. У лабораторных колёс $\alpha = 20^\circ$.

Длину общей нормали измеряют штангенциркулем. При этом число охватываемых зубьев выбирают так, чтобы ножки штангенциркуля касались только эвольвентной части профиля зуба. Недопустимо, чтобы касание происходило по кромке зуба или по переходной кривой во впадине. При выполнении этих условий угловое положение штангенциркуля в плоскости рисунка не имеет значения, поэтому допускаются небольшие отклонения от показанного на рисунке симметричного положения штангенциркуля.

Поскольку в формулу (2) подставляют измеренное, а не идеальное значение p_n , то полученное m округляют до ближайшего стандартного. В лабораторной работе модули колёс имеют целочисленные значения.

Для вычисления коэффициента смещения x производящего контура необходимо знать толщину зуба s_b по основной окружности и радиус r_b этой окружности. По свойству эвольвенты длина общей нормали w_{n+1} равна дуге K_0M_0 . Как видно по рисунку, эта дуга состоит из двух шагов p_b и толщины зуба s_b . Число шагов совпадает с числом зубьев n , захваченных при измерении нормали w_n , следовательно, $s_b = w_{n+1} - n p_b$. Поскольку $p_b = p_n$, то

$$s_b = w_{n+1} - n p_n. \quad (3)$$

Радиус основной окружности определяют по формуле

$$r_b = \frac{mz}{2} \cos \alpha, \quad (4)$$

где z – число зубьев колеса. После этого коэффициент смещения

$$x = \frac{z \left(\frac{s_b}{2r_b} - \text{inv } \alpha \right) - 0,5\pi}{2 \text{tg } \alpha}. \quad (5)$$

Как указано выше, $\alpha = 20^\circ$. При этом $\cos \alpha = 0,94$, $\text{inv } \alpha = 0,0149$. Найденное значение x рекомендуем округлить с точностью до десятых.

Геометрия зацепления (рис.2). В данной работе контуры зубьев строятся путём обводки зубчатого колеса выданного преподавателем. На полученную картину наносятся затем все прочие элементы зацепления. Этими элементами являются:

- основные окружности, их можно узнать по радиусам r_{b1}, r_{b2} ;
- линия зацепления CD ;
- активная линия зацепления – EF ;
- активные профили зубьев – выделены жирными линиями;
- полюс зацепления – P ;
- начальные окружности, их радиусы – r_{w1} и r_{w2} ;
- делительные окружности – не показаны, чтобы не перегружать рисунок;
- угол зацепления – α_w ;
- межцентровое расстояние – a_w .
- радиальный зазор – c .

Кроме того, зацепление характеризуется коэффициентами смещения x_1, x_2 производящего реечного контура, а также коэффициентом перекрытия ε .

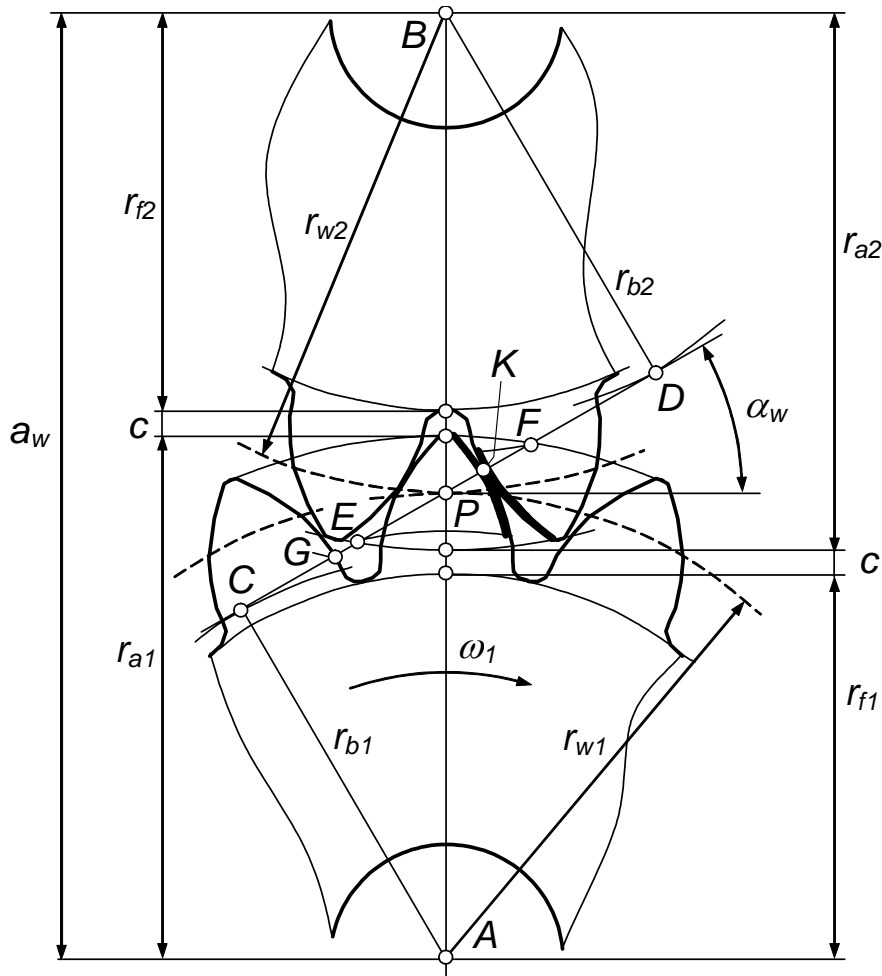


Рис. 2

Линия зацепления – это траектория точки касания зубьев относительно стойки. При эвольвентных профилях зубьев эта траектория представляет собой прямую CD , касающуюся основных окружностей. За пределами отрезка CD профили не касаются друг друга, а пересекаются, поэтому точки C и D – это границы допустимого зацепления.

Активная линия зацепления – это область фактического зацепления зубьев. В точке E зубья входят в зацепление, в точке F выходят из него. Эти точки лежат на пересечении линии зацепления с окружностями вершин зубьев.

Активные профили зубьев – это те участки профилей, которые участвуют в зацеплении. Нижние границы активных профилей лежат на пересечении профилей с дугами окружностей радиусов AE и BF . (Нижними считаются границы, лежащие в ос-

нованиях зубьев).

Полюс зацепления – это мгновенный центр вращения одного колеса относительно другого. Это также место, в котором абсолютные скорости колёс равны друг другу.

Начальные окружности – это центроиды рабочего зацепления. Как всякие центроиды, они касаются друг друга и перекатываются друг по другу без скольжения. Можно сказать также, что начальные окружности – это линии взаимного обката зубчатых колёс. Точкой касания начальных окружностей является полюс рабочего зацепления.

Делительная окружность – это центроида колеса в его зацеплении с производящим реечным контуром (центроида станочного зацепления). По этой линии катится производящий реечный контур при изготовлении колеса методом обката.

Угол зацепления – это угол наклона линии зацепления относительно перпендикуляра к линии межцентрового расстояния AB .

Коэффициенты смещения и виды зацеплений. При $x_1 = x_2 = 0$ зацепление называется нулевым, при $x_1 = -x_2$ – равносмещённым, при $x_1 + x_2 \neq 0$ – неравносмещённым. В данной работе зацепление состоит из двух одинаковых колёс, поэтому $x_1 = x_2$, и зацепление может быть либо нулевым, либо неравносмещённым. В нулевом и равносмещённом зацеплениях делительные и начальные окружности совпадают. У этих зацеплений $x_1 + x_2 = 0$.

Коэффициент перекрытия. В правильном зацеплении каждая следующая пара зубьев входит в зацепление раньше, чем выйдет из него предыдущая. Такое чередование работы зубьев называется перекрытием. Степень перекрытия оценивают коэффициентом перекрытия

$$\varepsilon = \frac{EF}{GK}. \quad (6)$$

О числителе EF этой формулы говорилось выше, знаменатель GK – это шаг по нормали к профилям зубьев или по линии зацепления, которая в эвольвентном зацеплении совпадает с нормалью.

Между окружностью вершин одного колеса и окружностью впадин другого имеется радиальный зазор c , одинаковый сверху и снизу.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Отчет по работе выполняется на листах формата **A4** и должен содержать:

1. Рис. 1. Контуры зубьев можете получить обводкой выданного вам колеса.
2. Измеренное с точностью до десятых долей миллиметра измерьте длину общей нормали по n и $n + 1$ зубьям.
3. Записанные столбиком формулы (1)...(5) и произведенные по ним вычисления.
4. Рис. 2. Наметьте в отчёте линию центров AB и двукратной обводкой своего колеса начертите зацепление. При этом сначала выставьте и обведите отверстие, затем контуры зубьев. Достаточно обвести 4 – 5 зубьев.
5. Определение коэффициента перекрытия.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский. – М. : Альянс, 2008. – 640 с.
2. Ермак, В. Н. Теория механизмов и машин (краткий курс) : учеб. пособие. – Кемерово, 2011. – 164 с.

Составитель
Ермак Владимир Николаевич

Геометрия колеса и зацепления

Методические указания к практической работе по механике
для студентов направлений 280700.62, 140100.62,
специальности 130101.65 и по прикладной механике
для студентов специальности 130400.65

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 20.06.2013. Формат 60×84/16
Бумага белая офсетная. Отпечатано на ризографе
Уч.-изд. л. 0,5. Тираж 101 экз. Заказ _____

КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28
Типография КузГТУ. 650000, Кемерово ул. Д. Бедного, 4а