

Федеральное агентство по образованию
Томский государственный
архитектурно-строительный университет

**НАРЕЗАНИЕ ЗУБЬЕВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ДОЛБЯКОМ
МЕТОДОМ ОГИБАНИЯ**

Методические указания к лабораторной работе по теории
механизмов и машин

Составители О.Г. Волокитин
В.Ф. Филиппов

Томск 2008

Определение основных параметров эвольвентных зубчатых колес с помощью мерительных инструментов: методические указания к лабораторной работе /Сост. О.Г. Волокитин, В.Ф. Филиппов. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2008.– 13 с.

Рецензент к.т.н., доцент А.А. Никифоров
Редактор Е.Ю. Глотова

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Теория механизмов и машин» для студентов 2-го, 3-го курсов специальностей 270113 «Механизация и автоматизация строительства», 190205 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование», 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство».

Печатаются по решению учебно-методического семинара кафедры прикладной механики и материаловедения № 14 от 10.01.2008.

Утверждены и введены в действие проректором по учебной работе В.В. Дзюбо

с 01.03.2008
до 01.03.2013

Подписано в печать. Формат 60х90/16.
Бумага офсет. Гарнитура Таймс, печать офсет.
Уч.-изд.л. 0,6. Тираж 100 экз. Заказ №

Изд-во ТГАСУ, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.
Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ.
634003, г. Томск, ул. Партизанская, 15.

Оглавление

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. Цель работы..... | 5 |
| 2. Теоретическая часть..... | 6 |
| 3. Порядок выполнения работы..... | 9 |
| Список рекомендуемой литературы..... | 13 |

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС
С ПОМОЩЬЮ МЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомление с простейшими способами измерения основных параметров цилиндрических зубчатых колес эвольвентного профиля.

В практике эксплуатации различных машин и механизмов случаются поломки и чрезмерный износ зубьев зубчатых колес. Для изготовления новых колес с целью замены поломанных необходимо определить основные параметры зубьев обмером с натуры некоторых элементов зубчатых колес и дополнительными расчетами.

Система стандартного зацепления, выполненного без смещения режущего инструмента, задается двумя параметрами: модулем m и углом зацепления α_w . Ни одна из этих величин не может быть определена непосредственными измерениями. Однако эти величины могут быть найдены путем косвенных обмеров и соответствующих расчетов.

Основные параметры зубчатых колес:

m – модуль зацепления;

Z – число зубьев;

α – угол профиля исходного контура инструмента;

p – шаг по делительной окружности;

P_g – шаг по основной окружности;

h_a^* – коэффициент высоты головки зуба, $h_a^* = 1,0$;

c^* – коэффициент радиального зазора, $c^* = 0,25$;
 h – высота зуба;
 h_a – высота головки зуба;
 h_f – высота ножки зуба;
 d – диаметр делительной окружности;
 d_a – диаметр окружности вершин зубьев;
 d_f – диаметр окружности ножек зубьев;
 d_g – диаметр основной окружности.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Из теории зацепления известны два важных свойства эвольвенты:

1) нормаль, проведенная в любой точке к эвольвентной части профиля зуба, является касательной к основной окружности;

2) отрезок нормали к эвольвенте между точкой касания ее с основной окружностью и точкой эвольвенты равен спрямленной дуге основной окружности.

Эти свойства позволяют определить модуль зубчатых колес. Для этого необходимо охватить губками штангенциркуля n зубьев колеса так, чтобы плоскости губок касались эвольвентной части профиля зубьев (рис. 1), и произвести отсчет W_n , равный AB . Затем делается второе измерение, при котором губками охватывается на один зуб больше, и в результате получается величина W_{n+1} , равная AC .

Измеренные отрезки AB и AC являются нормалью к эвольвенте, так как губки штангенциркуля касаются точек эвольвенты, и согласно первому свойству эти отрезки касаются основной окружности. Разность между этими отрезками

равна расстоянию между профилями соседних зубьев по нормали, то есть $AC - AB = BC$, но согласно второму свойству следует, что $\overline{BC} = BC$, или отрезок BC равен шагу по основной окружности p_e :

$$p_e = W_{n+1} - W_n. \quad (1)$$

Выражение (1) справедливо при условии охвата губками штангенциркуля эвольвентной части профиля зуба. Для этого число охватываемых зубьев принимается по табл. 1 в зависимости от числа зубьев Z обмеряемого колеса.

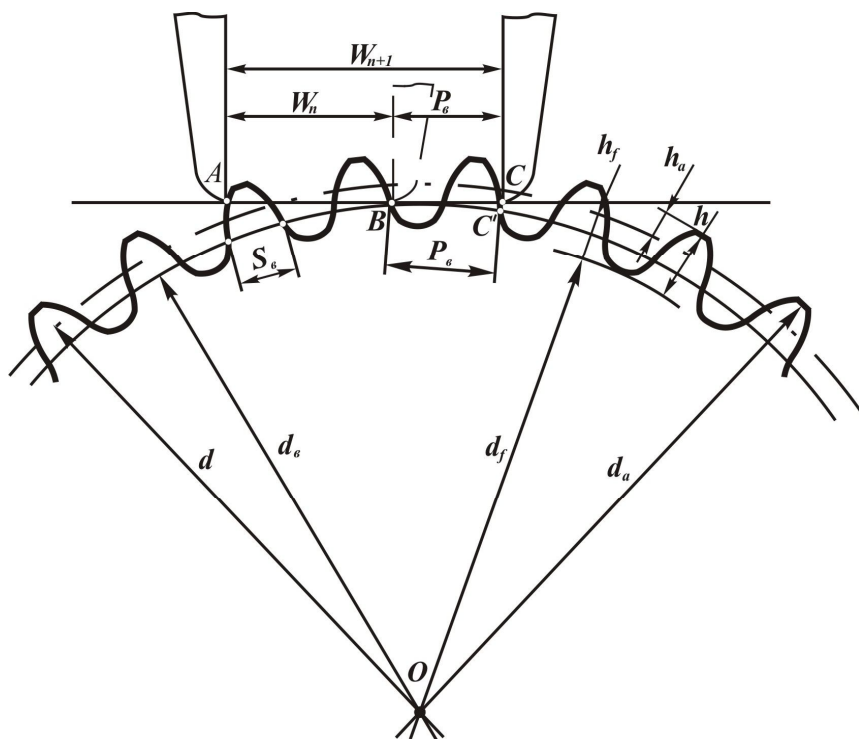


Рис. 1. Схема измерения шага и толщины зубьев по основной окружности

Таблица 1

Рекомендуемые значения n в зависимости от Z

| | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Z | 12..18 | 19..27 | 28..36 | 37..45 | 46..54 | 55..63 | 64..72 | 73..81 |
| n | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

Учитывая, что $p_e = p \cdot \cos \alpha$ и $m = \frac{P}{\pi}$, получим

$$m = \frac{P_e}{\pi \cos \alpha}, \text{ мм}, \quad (2)$$

где α – профильный угол инструмента ($\alpha = 20^\circ$).

Найденное по формуле (2) значение модуля должно быть округлено до ближайшего по ГОСТ 9563-60 (табл. 2).

Таблица 2

Модули по ГОСТ 9563-60

| Значение модулей, мм | | | | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|
| 1,00 | 1,25 | 1,50 | 1,75 | 2,00 | 2,25 |
| 2,50 | 2,75 | 3,00 | 3,25 | 3,50 | 3,75 |
| 4,00 | 4,25 | 4,50 | 5,00 | 5,50 | 6,00 |
| 6,50 | 7,00 | 8,00 | 9,00 | 10,0 | |

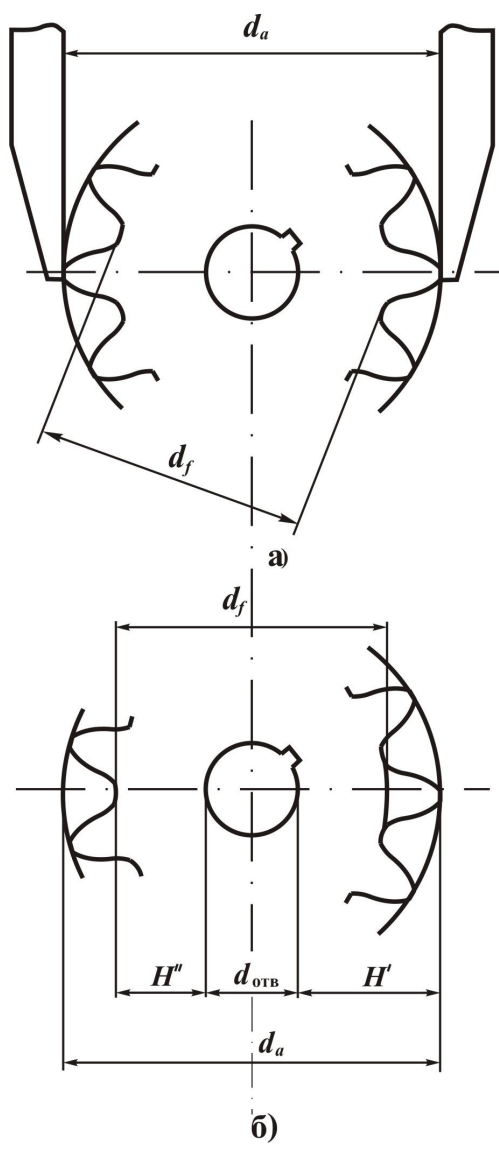


Рис. 2. Схема измерения диаметров вершин зубьев и впадин

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Подсчитать число зубьев колеса Z .
2. Определить модуль зацепления описанным выше способом.

3. Определить диаметр делительной окружности

$$d = m \cdot Z, \text{ мм.} \quad (3)$$

4. Определить диаметр основной окружности

$$d_g = d \cdot \cos \alpha, \text{ мм.} \quad (4)$$

5. Определить диаметры окружностей вершин зубьев d_a и впадин d_f . При четном числе зубьев диаметры вершин и впадин измеряются непосредственно штангенциркулем, как показано на рис. 2а, а при нечетном числе зубьев – находятся, как показано на рис. 2б, по зависимостям:

$$d_a = d_{\text{отв}} + 2H', \text{ мм;} \quad (5)$$

$$d_f = d_{\text{отв}} + 2H'', \text{ мм.} \quad (6)$$

6. Проверить величину модуля по формуле

$$m = \frac{d_a}{Z + 2}, \text{ мм.} \quad (7)$$

7. Определить шаг по делительной окружности

$$p = \pi \cdot m, \text{ мм.} \quad (8)$$

8. Определить высоту головки зуба

$$h_a = \frac{d_a - d}{2}, \text{ мм,} \quad (9)$$

и высоту ножки зуба

$$h_f = \frac{d - d_f}{2}, \text{ мм.} \quad (10)$$

9. Определить толщину зуба по хорде делительной окружности

$$\bar{s} = d \cdot \sin \psi, \text{ мм,} \quad (11)$$

где ψ – половина угловой толщины зуба, $\psi = \frac{90^\circ}{Z}$.

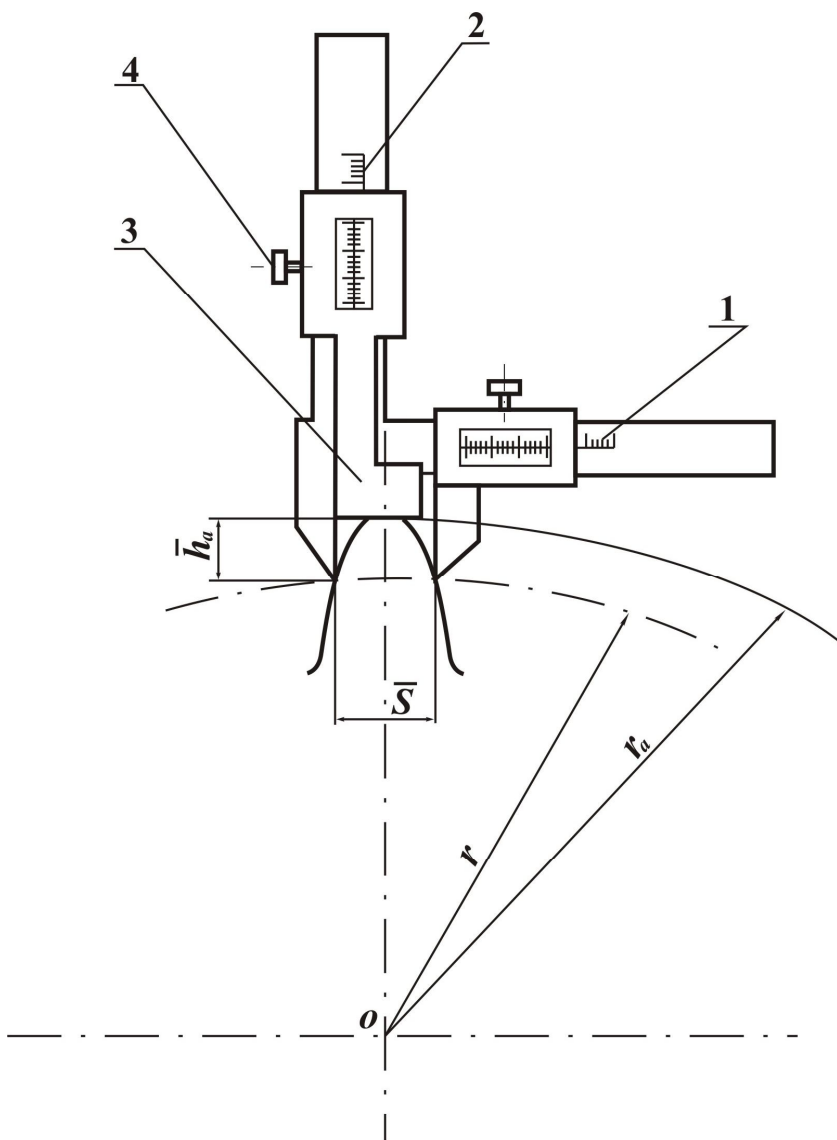


Рис. 3. Схема измерения толщины зуба

Величину s можно измерить непосредственно штангензубомером (рис. 3), имеющем две шкалы 1 и 2 с нониусами. Шкала 1 служит для измерения толщины зуба по хорде, шкала 2 – для измерения радиального расстояния \bar{h}_a от этой хорды до окружности вершин зубьев.

Рассчитав величину h_a по формуле

$$h_a = \frac{d_a - d \cos \psi}{2}, \text{ мм}, \quad (12)$$

установить с помощью шкалы 2 и зафиксировать винтом 4 упорную пластину 3, а затем установить штангензубомер на зубе так, чтобы упор 3 касался вершины зуба. Сдвинув губки зубомера до касания с боковыми поверхностями зуба, по шкале 1 определить хордальную толщину зуба S' . Расчетное значение толщины S может не совпадать с измеренной толщиной S' , что определяет отклонение толщины зуба от теоретического значения. Разность $S' - S$ используется для определения степени точности изготовления зубчатого колеса.

10. В случае измерения параметров колеса, нарезанного со смещением инструмента, необходимо определить коэффициент смещения по формуле

$$X = \frac{S'_e - S_e}{2m \cdot \sin \alpha}, \quad (13)$$

где S'_e – действительная толщина зуба по основной окружности, мм;

S_e – расчетное значение толщины зуба по основной окружности, мм,

$$S'_e = W_{n+1} - n \cdot p_e, \quad (14)$$

$$S_e = d_e \left(\frac{\pi m}{2d} + \text{inv} \alpha \right), \quad (15)$$

где $\text{inv} \alpha$ – эвольвентный угол профиля зуба инструмента.

$\alpha = 20$, $\text{inv} \alpha = 0,014904$.

Толщина зуба по делительной окружности определяется по формуле

$$S = m\left(\frac{\pi}{2} + 2X \cdot \operatorname{tg}\alpha\right), \text{ мм.} \quad (16)$$

11. Составить отчет в изложенном порядке с использованием в пунктах 2 и 9 табл. 3 и 4.

Таблица 3

| Схема измерения (см. Рис. 1) | Измерение | W_{n+1} | W_n | n |
|------------------------------|-----------|-----------|-------|-----|
| | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее значение | | | | |

Таблица 4

| Измерение | $d_{\text{отв}}$ | H' | d_a | H | d_f |
|------------------|------------------|------|-------|-----|-------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| Среднее значение | | | | | |

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин: учеб. для вузов / И.И. Артоболевский.– 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988.– 640 с.
2. Волокитин, Г.Г. Теория механизмов и машин / Г.Г. Волокитин, В.Ф. Филиппов, Н.И. Кузьменко. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.- строит. ун-та, 2003. – 361 с.