

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
НОВГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ЯРОСЛАВА МУДРОГО

---

**НАРЕЗАНИЕ  
ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ РЕЙКОЙ**

*Методические указания  
к лабораторной работе*

ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД  
2006

УДК 621.011(075.8)  
Н28

Печатается по решению  
РИС НовГУ

**Рецензент**

кандидат технических наук, доцент **Н. П. Кузнецов**

**Н28** **Нарезание эвольвентных зубчатых колес инструментальной рейкой:** Метод. указания к лабораторной работе / Авт.-сост. Е. И. Никитин; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2006. – 19 с.

Рассматриваются теоретические основы нарезания эвольвентных зубчатых колес методом обкатки с помощью инструментальной рейки. Дано описание прибора ТММ-42, с помощью которого можно наглядно продемонстрировать данный способ нарезания и оценить влияние установки (смещения) инструмента на качественные характеристики зубьев, а, следовательно, и зубчатых передач.

Методические указания предназначены для студентов специальностей 151001 "Технология машиностроения", 190601 "Автомобили и автомобильное хозяйство", 110301 "Механизация сельского хозяйства", 150201 "Машины и технология обработки металлов давлением", 50502 "Технология и предпринимательство" всех форм обучения.

УДК 621.011(075.8)

© Новгородский государственный  
университет, 2006  
© Е. И. Никитин, составление, 2006

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Цель лабораторной работы .....                                                          | 4  |
| Внеаудиторная подготовка к выполнению и защите работы.....                              | 4  |
| 1. Основные теоретические положения.....                                                | 4  |
| 1.1. Исходный производящий контур, производящая поверхность,<br>производящая рейка..... | 4  |
| 1.2. Геометрические характеристики зубчатой передачи внешнего<br>зацепления .....       | 7  |
| 1.3. Станочное реечное зацепление .....                                                 | 9  |
| 1.4. Параметры зубчатого колеса.....                                                    | 11 |
| 1.5. Подрезание зуба.....                                                               | 13 |
| 2. Описание работы прибора .....                                                        | 14 |
| 3. Порядок проведения работы.....                                                       | 16 |
| 4. Содержание отчета .....                                                              | 17 |
| Контрольные вопросы .....                                                               | 18 |
| Литература.....                                                                         | 19 |

### Цель лабораторной работы

Целью работы является ознакомление:

- 1) со способом образования зубьев цилиндрических прямозубых колес с помощью инструментальной рейки;
- 2) с влиянием смещения рейки на геометрические параметры зубчатых колес с нулевым, положительным и отрицательным коэффициентом смещений;
- 3) с явлением подрезания зубьев и способом его устранения.

### Внеаудиторная подготовка к выполнению и защите работы

В процессе подготовки студент должен изучить разделы курса “Теория механизмов и машин”, относящихся к теории зубчатых зацеплений, по источникам [1–3] и конспекту лекций.

По настоящим методическим указаниям студент обязан:

- уяснить цель работы, ее содержание и порядок выполнения;
- под руководством преподавателя выполнить необходимые операции и измерения;
- заполнить бланк отчета, выполнив необходимые рисунки и расчеты;
- подготовить ответы на контрольные вопросы.

## 1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1. Исходный производящий контур, производящая поверхность, производящая рейка

Наиболее распространенным методом нарезания зубьев эвольвентных зубчатых колес в настоящее время является метод *обкатки* (иногда применяется также термин – метод *огибания*), при котором на зуборезном станке имитируется “станочное зацепление” инструмента с нарезаемым колесом. Основными способами реализации этого метода является нарезание инструментальной рейкой (гребенкой), червячной фрезой, долбяком. Далее рассмотрим первый из способов как наиболее простой в реализации на практике (рис. 1).

Режущие кромки инструментальной рейки совпадают с исходным производящим контуром (в дальнейшем ИПК) [3]. Для нарезания зубчатых колес станок должен обеспечивать три вида движений: резания, обкатки и радиальной подачи.

При движении резания, во время которого происходит снятие стружки, режущие кромки инструмента описывают “зубчатую” поверхность, представляющую собой совокупность боковых поверхностей зубьев вообра-

жаемой рейки. Эта поверхность называется *производящей*, а воображаемая рейка, образованная производящими поверхностями и двумя плоскостями, перпендикулярными к оси нарезаемого колеса, – *производящей рейкой*.

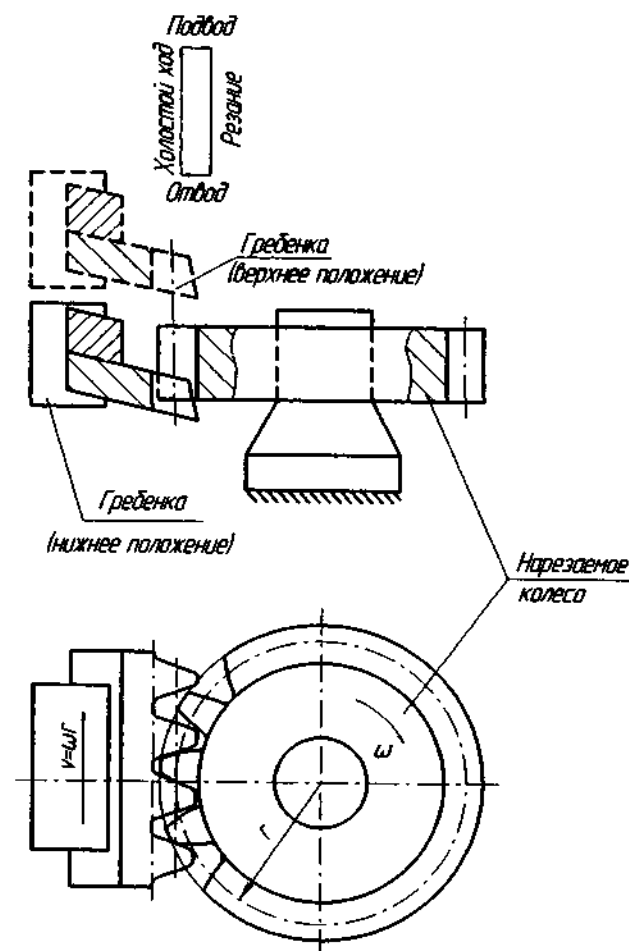


Рис. 1. Схема нарезания колес инструментальной рейкой

При нарезании эвольвентных зубчатых колес производящая рейка образует с нарезаемым колесом беззазорное зубчатое зацепление, называемое *станочным*.

Второе движение инструмента – обкатка – соответствует относительному движению инструмента и нарезаемого колеса. В абсолютном движении (по отношению к корпусу станка) нарезаемое колесо вращается с угловой скоростью  $\omega$ , а инструмент движется поступательно со скоростью  $V = \omega \cdot r$  в плоскости, перпендикулярной оси вращения колеса. В последней формуле  $r$  – радиус делительной окружности нарезаемого колеса.

Третье движение – радиальная подача – обусловлено тем, что инструмент не может быть подан сразу на полную глубину резания, а должен врезаться в заготовку колеса постепенно.

При движении обкатки исходный производящий контур занимает ряд последовательных положений относительно неподвижного нарезаемого колеса, т.е. образуется семейство линий ИПК. Профили зубьев нарезаемого колеса совпадают с огибающей этого семейства.

Профиль боковой поверхности зуба ИПК состоит из прямолинейного участка EF и двух криволинейных переходных участков EC и FD, представляющих дуги окружности (рис. 2).

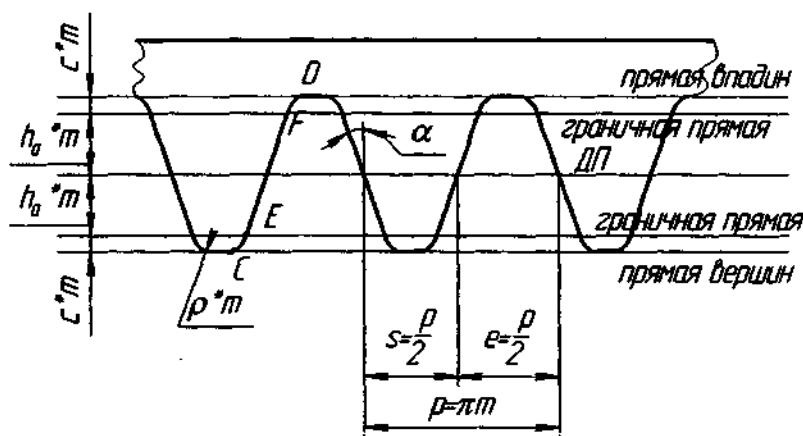


Рис. 2. Профиль зуба ИПК

Делительная прямая (ДП) делит зуб ИПК по высоте на две равные части. Толщина зуба  $s$  по ДП равна ширине впадины  $e$ . Шаг зубьев исходного производящего контура  $p$  выражается через модуль зубьев  $p = m \cdot \pi$  (мм).

Очевидно, по любой прямой ИПК, параллельной делительной, этот шаг зубьев ИПК равен также  $p$ .

Модуль зубьев является основным геометрическим параметром зубчатого зацепления. Все линейные размеры зуба, зубчатого колеса и зубчатой передачи выражаются через модуль. Значение модуля выбирается по условиям прочности в соответствии со СТ СЭВ 310-76. Расстояния между прямыми: делительной, граничными, вершин и впадин определяют размеры зуба ИПК по высоте.

ГОСТ 13755-81 устанавливает следующие значения параметров исходного контура:

- угол главного профиля исходного контура  $\alpha = 20^\circ$ ;
- коэффициент высоты головки зуба  $h_a^* = 1,0$ ;
- коэффициент радиального зазора  $c^* = 0,25$ ;
- коэффициент радиуса кривизны переходной кривой  $\rho^* = 0,384$ .

## 1.2. Геометрические характеристики зубчатой передачи внешнего зацепления

### Элементы зацепления

Теоретическая зубчатая передача (рис. 3) – это беззазорное (отсутствует боковой зазор между зубьями) зацепление двух зубчатых колес. Общая контактная нормаль  $n-n$  к профилям зубьев должна касаться, по известному свойству, эвольвенты [1–3] основных окружностей. Она делит линию межосевого расстояния  $O_1O_2$  на отрезки, обратно пропорциональные угловым скоростям  $O_2P / O_1P = \omega_1 / \omega_2 = i_{12}$ , где  $i_{12}$  – передаточное отношение от колеса 1 к колесу 2.

Точка  $P$  пересечения нормали  $n-n$  и линии  $O_1O_2$  называется *полусом зацепления*. Окружности, проходящие через полюс зацепления, называются *начальными*. При зацеплении колес они перекатываются друг по другу без скольжения. Вследствие этого начальные окружные шаги  $p_w$  зубьев двух зацепляющихся колес одинаковы. Точки зацепления (контакта) зубьев перемещаются вдоль нормали  $n-n$ .

Правильный контакт зубьев, при котором профили в точке контакта имеют общую нормаль, возможен только на участке  $AB$ , называемом *теоретической линией зацепления*. При контакте за пределами теоретической линии зацепления происходит пересечение профилей (интерференция). Действительные точки контакта располагаются на участке  $ab$  (точки  $a$  и  $b$  определяются пересечением линии  $n-n$  с окружностями радиусов  $r_{a2}$  и  $r_{a1}$ , который называется *активной линией зацепления*. Линия зацепления составляет угол зацепления  $\alpha_w$  с касательной к начальным окружностям в полюсе  $P$ .

### Коэффициент перекрытия

На рис. 4 показаны профили зубьев в момент их входа (точка  $a$ ) и выхода (точка  $b$ ) из зацепления. Угол поворота любого колеса передачи от положения входа данной пары зубьев в зацепление до положения выхода ее из зацепления называется *углом торцового перекрытия*  $\varphi_a$ . Отношение угла торцового перекрытия зубчатого колеса к его угловому шагу зубьев  $\tau = 2\pi / z$  называется *коэффициентом торцового перекрытия* и, следовательно, можно записать

$$\varepsilon_a = \varphi_{a1} / \tau_1 = \varphi_{a2} / \tau_2. \quad (1)$$

Коэффициент перекрытия численно равен среднему числу пар зубьев, находящихся одновременно в зацеплении. Чем он выше, тем больше плавность зацепления зубчатой передачи. Для правильного безударного входа зубьев в зацепление теоретически необходимо, чтобы коэффициент перекрытия был больше единицы. Реально же с учетом погрешностей изготовления колес должно выполняться неравенство  $\varepsilon_a > \varepsilon_{a \min} = 1,2$ .

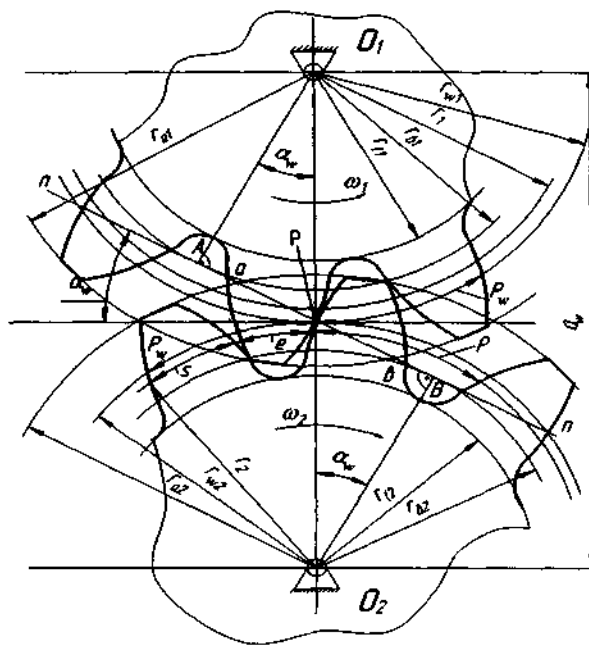


Рис. 3. Теоретическая зубчатая передача

### 1.3. Станочное реечное зацепление

В станочном зацеплении *начальная прямая* (НП) производящей рейки перекачивается без скольжения по *начальной окружности* нарезаемого колеса. Последней всегда служит делительная окружность, на которой шаг зубьев рейки  $p$  отложится  $z$  раз, где  $z$  — число зубьев нарезаемого колеса. Радиус делительной окружности получим из следующего очевидного равенства:

$$2\pi \cdot r = p \cdot z,$$

откуда

$$r = p \cdot z / 2\pi = \pi \cdot m \cdot z / 2\pi = m \cdot z / 2. \quad (2)$$

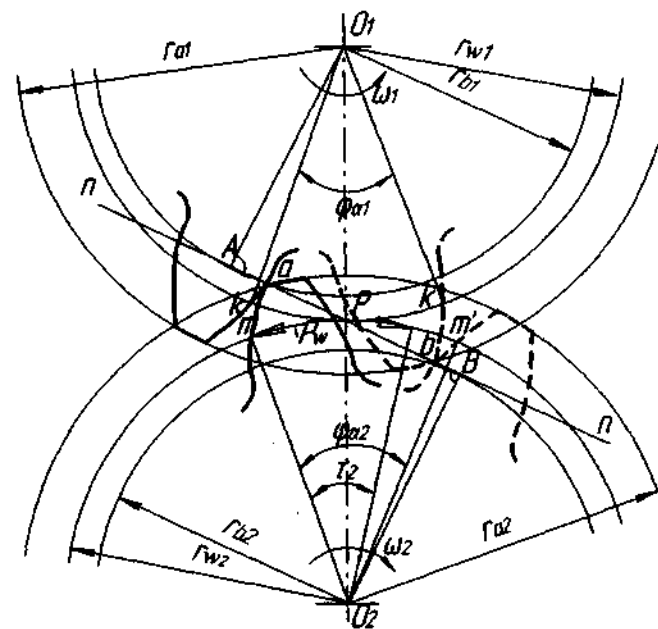


Рис. 4. Начальный и конечный момент зацепления



Поверхность впадины зубчатого колеса формируется вершиной зуба, производящей рейки и, следовательно, в соответствии с рис. 6 радиус окружности впадин:

$$r_f = r - h, \quad (4)$$

где  $h$  – делительная высота ножки зуба ИПК определяется выражением

$$h = m \cdot (h_a^* + c^* - x). \quad (5)$$

На рис. 7 показаны зубья колеса ( $m = 13$  мм,  $z = 12$ ), нарезанные в трех станочных зацеплениях. Зубья, нарезанные с положительным смещением (правый сектор), имеют наибольшую толщину по делительной окружности и окружности впадин и, следовательно, наибольшую прочность на изгиб по сравнению с зубьями, нарезанными без смещения (нижний сектор) и с отрицательным смещением (левый).

У колеса, нарезанного без смещения, толщина зуба по делительной окружности равна половине шага  $s = p / 2$ . Толщина зуба и прочность на изгиб уменьшаются по мере смещения производящей рейки к центру колеса.

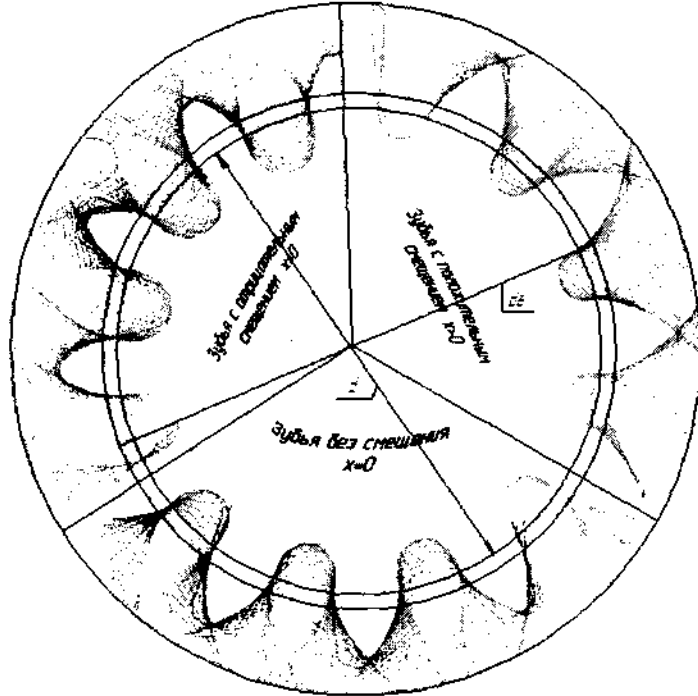


Рис. 7. Влияние смещения инструмента на форму зуба

### 1.5. Подрезание зуба

Рассмотрим элементы станочного зацепления (рис. 8). Нормаль  $n-n$  к исходному производящему контуру, проходящая через полюс зацепления  $P$ , является линией станочного зацепления, а точка  $M$  – границей линии зацепления. При движении обкатки НП перекачивается без скольжения по делительной окружности заготовки, а нормаль  $n-n$  перекачивается без скольжения по окружности радиуса  $r_b = r \cdot \cos \alpha$ , называемой *основной окружностью*.

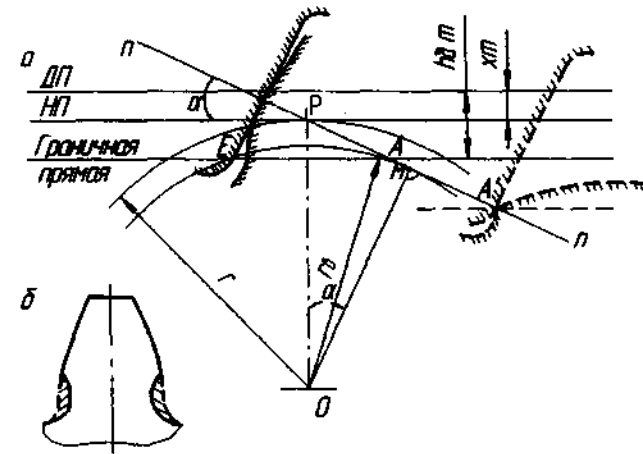


Рис. 8. Элементы станочного зацепления

Граничная точка  $E$  прямолинейного участка ИПК контактирует с нарезаемым профилем в точке  $A$  линии станочного зацепления. Если точка контакта выходит за границу (точку  $M$ ) линии зацепления, то наступает явление *интерференции* (пересечения профилей).

Интерференция в станочном зацеплении приводит к подрезу ножки зуба нарезаемого колеса. Подрез ослабляет основание (рис. 8, б) и уменьшает эвольвентную часть профиля, что приводит к уменьшению продолжительности зацепления пары зубьев.

Условие отсутствия подрезания можно представить в виде  $PA \leq PM$  (рис. 8, а).

Рассматривая крайний случай  $PM = PA$ , получим

$$PA = (h_a^* \cdot m - x \cdot m) / \sin \alpha = m \cdot (h_a^* - x) / \sin \alpha,$$

$$PM = r_b \cdot \operatorname{tg} \alpha = (r \cdot \cos \alpha) \cdot \operatorname{tg} \alpha = r \cdot \sin \alpha = m \cdot z \cdot \sin \alpha / 2.$$

На основе двух последних выражений получим

$$z_{\min} = 2 \cdot (h_a^* - x) / \sin^2 \alpha, \quad (6)$$

где  $z_{\min}$  – наименьшее число зубьев колеса, которое может быть нарезано без подрезания. Из формулы видно, что при положительном смещении  $z_{\min}$  уменьшается, а при отрицательном смещении – увеличивается. При  $x = 0$ ,  $h_a^* = 1$ ,  $\alpha = 20^\circ$  наименьшее число зубьев  $z_{\min} = 17$ . Следовательно, при проектировании зубчатых колес без смещения следует брать  $z \geq 17$ . Зубчатое колесо с  $z < 17$  во избежание подрезания следует проектировать с положительным смещением.

Величина коэффициента наименьшего смещения  $x_{\min}$ , при котором отсутствует подрезание, определится на основе тех же выражений для  $PA$  и  $PM$  следующим образом:

$$x_{\min} = (17 - z) / 17. \quad (7)$$

По формуле (7) можно также определить величину коэффициента отрицательного смещения, с которым можно нарезать колесо с  $z > 17$ , не вызвав подрезания зуба.

## 2. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ПРИБОРА

Прибор ТММ-42 (рис. 9) имитирует нарезание зубьев по методу обкатки зубчатой рейкой и состоит из каретки с установленной на ней рейкой (1) и диска (2), моделирующего заготовку зубчатого колеса, смонтированных на общем литом основании (3). Диск и рейка совершают в процессе “нарезания” зубьев согласованные движения обкатки: вращательное вокруг своей оси – диск и поступательное перемещение – рейка. Кинематическая связь этих движений осуществляется струной (4), охватывающей диск по делительной окружности нарезаемого колеса. Перекачивание без скольжения делительной окружности по начальной прямой рейки обеспечивается надлежащим натяжением струны, которое регулируется поворотом рукоятки (5).

Нижний (белый) круг (6) диска моделирует делительную окружность колеса, а верхний, жестко соединенный с нижним, служит для закрепления на нем бумажной заготовки, которая накалывается на три иглы и зажимается накладкой (7) со специальным винтом (8). Четвертая игла намечает центр нарезаемого колеса на бумажном круге. Риска, нанесенная на зубья рейки, изображает ее делительную прямую. На рейке обозначены: ее модуль  $m$ , угол главного профиля  $\alpha$  и диаметр делительной окружности “нарезаемого” колеса  $d$ . Положение рейки относительно заготовки определяется величиной смещения  $x \cdot m$ . Для отсчета смещения рейки прибор имеет шкалу (9).

Положение рейки после установки фиксируется двумя винтами (10), а ступенчатое поступательное перемещение рейки осуществляется клавишей (11), расположенной в передней части прибора. Рядом с клавишей находится сопряженная с ней рукоятка (12) свободного хода каретки. Ее правое положение (рукоятка лежит на упорном штифте) обеспечивает нормальную работу клавиши, при котором рейка имеет возможность ступенчатого перемещения.

При повороте рукоятки в противоположную сторону каретка с рейкой получает возможность непрерывного, свободного перемещения для отвода рейки в исходное для “нарезания” правое положение.

Производя с помощью клавиши (11) ступенчатые согласованные перемещения рейки и заготовки и очерчивая каждый раз зубчатый контур рейки на бумажной заготовке остро заточенным карандашом, получим ряд последовательных положений зубьев рейки в относительном движении по отношению к неподвижной заготовке колеса. Очевидно, в реальных условиях нарезания зубчатого колеса весь материал заготовки, оказавшийся в зоне карандашной сетки, будет удален. Профили зубьев нарезаемого колеса получатся, как огибающие семейства профилей зубьев рейки.

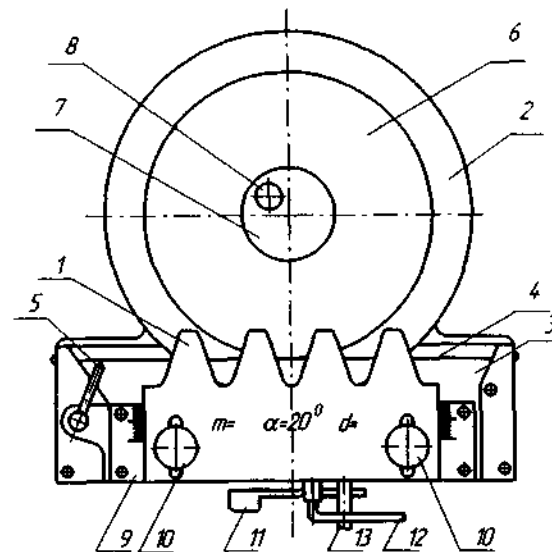


Рис. 9. Схема прибора ТММ-42:

- 1 – рейка; 2 – диск; 3 – основание; 4 – струна; 5 – рукоятка;  
6 – нижний круг диска; 7 – накладка; 8 – винт; 9 – шкала; 10 – винты;  
11 – клавиша; 12 – рукоятка; 13 – штифт



### 3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с работой прибора ТММ-42 (см. рис. 9).

1.1. Опробовать включение кинематической связи между кареткой с рейкой (1) и диском (2) с помощью рукоятки (5). **ВНИМАНИЕ!** Во избежание разрыва струны больших усилий не прикладывать! Оставить связь включённой!

1.2. Опробовать работу шагового механизма от клавиши (11). Включение шагового механизма осуществляется поворотом рукоятки (12) из левого в правое положение (при этом она ложится на штифт (13)).

1.3. Установить индекс (штрих) на рейке против среднего штриха шкалы (9) (нулевое деление) каретки. При этом растормаживание рейки и её фиксация на каретке осуществляется винтами (10).

1.4. Закрепить на диске прибора бумажный круг с помощью винта (8) и шайбы (7).

2. В формуляре отчета записать исходные данные: модуль  $m$ , угол главного профиля производящей рейки  $\alpha = 20^\circ$ , диаметр делительной окружности колеса  $d$  (они выгравированы на рейке прибора).

3. Отвести каретку с рейкой в крайнее правое положение, отключив при этом шаговый механизм поворотом рукоятки (12) влево до упора. Затем включить шаговый механизм, переведя рукоятку (12) вправо до упора.

4. Нажать на клавишу (11), при этом подвижная каретка с рейкой совершат единичное перемещение. Остро заточенным карандашом обвести профиль рейки.

5. Повторить, указанное в п. 4, не менее 30 раз.

6. Вычислить величину смещения  $x_{min}$  по формуле (7) и передвинуть рейку, учитывая знак абсолютного смещения  $\Delta = x_{min} \cdot m$ .

7. Снова отвести каретку в крайнее правое положение и включить шаговый механизм (см. п. 3).

8. Рукояткой (5) отключить кинематическую связь и повернуть диск (2) прибора вокруг своей оси на угол  $\approx 120^\circ$ , а затем снова включить связь.

9. Повторить операции, указанные в пп. 4 и 5.

10. Передвинуть рейку на величину  $\Delta = -x_{min} \cdot m$  с учетом знака абсолютного смещения.

11. Отвести каретку в крайнее правое положение и включить шаговый механизм.

12. Отключить кинематическую связь и снова повернуть диск (2) на угол  $\approx 120^\circ$ , затем снова включить связь.

13. Повторить операции пп. 4 и 5.

14. Снять бумажный круг с диска, прочертив на нем из центра, наколотого иглой прибора, делительную и основную окружности.

15. Произвести контроль спрофилированных зубьев по толщине на делительной окружности.

16. Проанализировать спрофилированные зубья на наличие подрезания ножи.

17. Оформить отчет. К отчету приложить бумажный диск с вычерченными профилями зубьев колес.

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен иметь титульный лист. В тексте отчета необходимо указать:

1. Цель работы.

2. Исходные данные:

ПРИБОР № \_\_\_\_\_

Модуль зубчатого колеса, мм \_\_\_\_\_  $m =$

Угол главного профиля рейки \_\_\_\_\_  $\alpha = 20^\circ$

Коэффициент высоты головки зуба рейки \_\_\_\_\_  $h_a^* = 1$

Коэффициент радиального зазора \_\_\_\_\_  $c^* = 0,25$

Диаметр делительной окружности, мм \_\_\_\_\_  $d =$

3. Колесо без смещения.

Таблица 1

| № п/п | Наименование параметра                 | Формула и величина параметра  |
|-------|----------------------------------------|-------------------------------|
| 1.    | Число зубьев колеса                    | $z = d / m =$                 |
| 2.    | Шаг рейки                              | $p = \pi m =$                 |
| 3.    | Толщина зуба на делительной окружности | $s = \pi m / 2 =$             |
| 4.    | Основной шаг зубьев                    | $p_b = p \cdot \cos \alpha =$ |
| 5.    | Диаметр основной окружности            | $d_b = d \cdot \cos \alpha =$ |
| 6.    | Диаметр окружности вершин              | $d_a = d + 2m h_a^* =$        |
| 7.    | Диаметр окружности впадин              | $d_f = d - 2m(h_a^* + c^*) =$ |

4. Колесо с положительным смещением.

Таблица 2

| № п/п | Наименование параметра                          | Формула и величина параметра                            |
|-------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1     | Минимальный коэффициент относительного смещения | $x_{min} = (17 - z) / 17 =$                             |
| 2     | Абсолютное смещение рейки                       | $\Delta = m x_{min} =$                                  |
| 3     | Толщина зуба на делительной окружности          | $s = m(\pi / 2 + 2 x_{min} \operatorname{tg} \alpha) =$ |
| 4     | Диаметр окружности впадин                       | $d_f = d - 2m(h_a^* + c^* - x_{min}) =$                 |

5. Колесо с отрицательным смещением (составляется табл. 3, в которой вычисляются те же параметры, что и табл. 2, с той лишь разницей, что коэффициент смещения берется со знаком минус).
6. Результаты измерения некоторых геометрических размеров "нарезанных" колес по бумажному кругу.

Таблица 4

| № пп | Вид смещения  | $s$ | $e$ | $p$ | $p_b$ |
|------|---------------|-----|-----|-----|-------|
|      |               | мм  | мм  | мм  | мм    |
| 1    | Без смещения  |     |     |     |       |
| 2    | Положительное |     |     |     |       |
| 3    | Отрицательное |     |     |     |       |

7. Выводы (дать краткий сравнительный анализ для полученных профилей зубьев).

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Методы нарезания зубчатых колес.
  - Каковы преимущества метода обкатки?
  - Почему при нарезании по методу копирования зубчатых колес одного и того же модуля, но с различными числами зубьев, требуется различные фрезы?
- Исходный производящий контур, производящая рейка.
  - Какова связь производящей рейки и зуборезного инструмента?
  - Что называется модулем зубьев?
  - Какая прямая рейки называется делительной?
- Станочное реечное зацепление, основные элементы станочного зацепления.
  - Почему угол станочного зацепления равен  $20^\circ$ ?
  - Назовите начальные линии станочного зацепления.
  - Что называется абсолютным и относительным смещением исходного контура?
- Геометрические параметры нарезаемого колеса.
  - Как влияет смещение на делительную толщину зуба и радиус окружности впадин?
  - Какова связь радиуса делительной окружности с шагом зубьев производящей рейки?
  - Назовите геометрические размеры нарезаемого колеса, обозначенные как:  $r$ ,  $r_b$ ,  $r_f$ ,  $r_a$ ,  $p$ ,  $s$ ,  $e$ ,  $h$ ,  $h_a$ ,  $h_f$ .
- Подрезание зуба, наименьшее число зубьев и наименьший коэффициент смещения.
  - Назовите условие отсутствия подрезания зубьев.

- Как можно уменьшить наименьшее число зубьев ( $z_{min}$ ), при котором отсутствует подрезание?
- Эвольвентное зубчатое зацепление, основные элементы зацепления, интерференция профилей, коэффициент торцового перекрытия.
  - Образование эвольвенты окружности и ее свойства.
  - Где должны располагаться точки контакта профилей зубьев, чтобы не возникла интерференция профилей?
  - Как влияет величина коэффициента торцового перекрытия на работу зубчатой передачи?
  - Что называется коэффициентом торцового перекрытия?

### ЛИТЕРАТУРА

- Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1975.
- Гавриленко В.А. Теория механизмов. М.: Высш. шк., 1973.
- Определение основных геометрических параметров эвольвентных зубчатых колес: Метод. указания к лаб. работе / Авт.-сост. Е. И. Никитин. Новгород, 1994. 25 с.

*Учебное издание*

# **НАРЕЗАНИЕ ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ РЕЙКОЙ**

*Методические указания  
к лабораторной работе*

Автор-составитель  
**Никитин Евгений Иванович**

Редактор *И. Ю. Баженова*  
Компьютерная вёрстка *О. Н. Ерёмина*

---

Изд. лиц. ЛР № 020815 от 21.09.98.

Подписано в печать 29.06.2006. Бумага офсетная. Формат 60×84 1/16.

Гарнитура Times New Roman. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,1. Уч.-изд. л. 1,2. Тираж 250 экз. Заказ № *1222*

Издательско-полиграфический центр  
Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого.  
173003, Великий Новгород, ул. Б. Санкт-Петербургская, 41.

Отпечатано в ИПЦ НовГУ им. Ярослава Мудрого.  
173003, Великий Новгород, ул. Б. Санкт-Петербургская, 41.