

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
12.03.01 «Приборостроение»

ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКО-ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №5
«ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ЗУБЬЕВ ЭВОЛЬВЕНТНОГО ПРОФИЛЯ МЕТОДОМ ОБКАТКИ
ИНСТРУМЕНТОМ РЕЕЧНОГО ТИПА»

по дисциплине:
МЕХАНИКА 2

Исполнитель:

студент группы

1Б11

Штабель А.С.

Руководитель:

преподаватель

Коноваленко И.С.

Целью работы: ознакомление с изготовлением эвольвентных зубчатых колес нулевых и со смещением методом обкатки.

Теоретическая часть

Описание прибора

Работа проводится на приборе ТММ-42 для вычерчивания эвольвентных профилей зубьев методом обкатки. Общий вид прибора представлен на рис. 2. На основании 1 установлен диск и рейка 2. Диск состоит из двух частей: верхней части 3, выполненной из органического стекла и представляющей собой круг с диаметром равным диаметру заготовки колеса, и нижней части 4, круга с диаметром, равным диаметру делительной окружности колеса. Оба круга жестко соединены между собой и могут вращаться на оси, укрепленной в основании 1 прибора. Рейка 2 может перемещаться поступательно в направляющих типа «ласточкин хвост». Вращение дисков 3 и 4 и поступательное движение рейки 2 без скольжения осуществляется посредством стальной проволоки 7, которая огибает диск 4, наматываясь на него по делительной окружности, и прикрепляется к захватам 8 и 14. Захват 14 при помощи рукоятки 13 может перемещаться, создавая необходимое натяжение проволоки 7. Совместное движение рейки и диска осуществляется при помощи храпового механизма, приводящегося в действие клавиши 11. При нажатии клавиши 11 рейка подается влево на 2-3 мм. При повороте рычажка 10 влево рейка получает возможность свободного перемещения от руки вправо и влево. Помимо движения в направляющих рейка 2 может перемещаться также в направлении перпендикулярном, приближаясь к центру заготовки или отдаляясь от него. Это перемещение рейки отсчитывается по шкалам 9 и фиксируется винтами 12. При сдвиге рейки от центра заготовки к нему будут нарезаться соответственно положительные или отрицательные колеса.

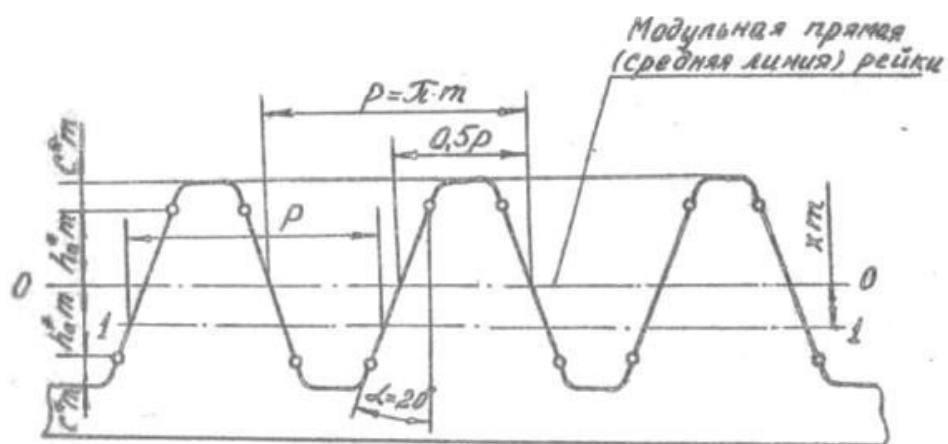


Рис. 1. Контур инструментальной рейки

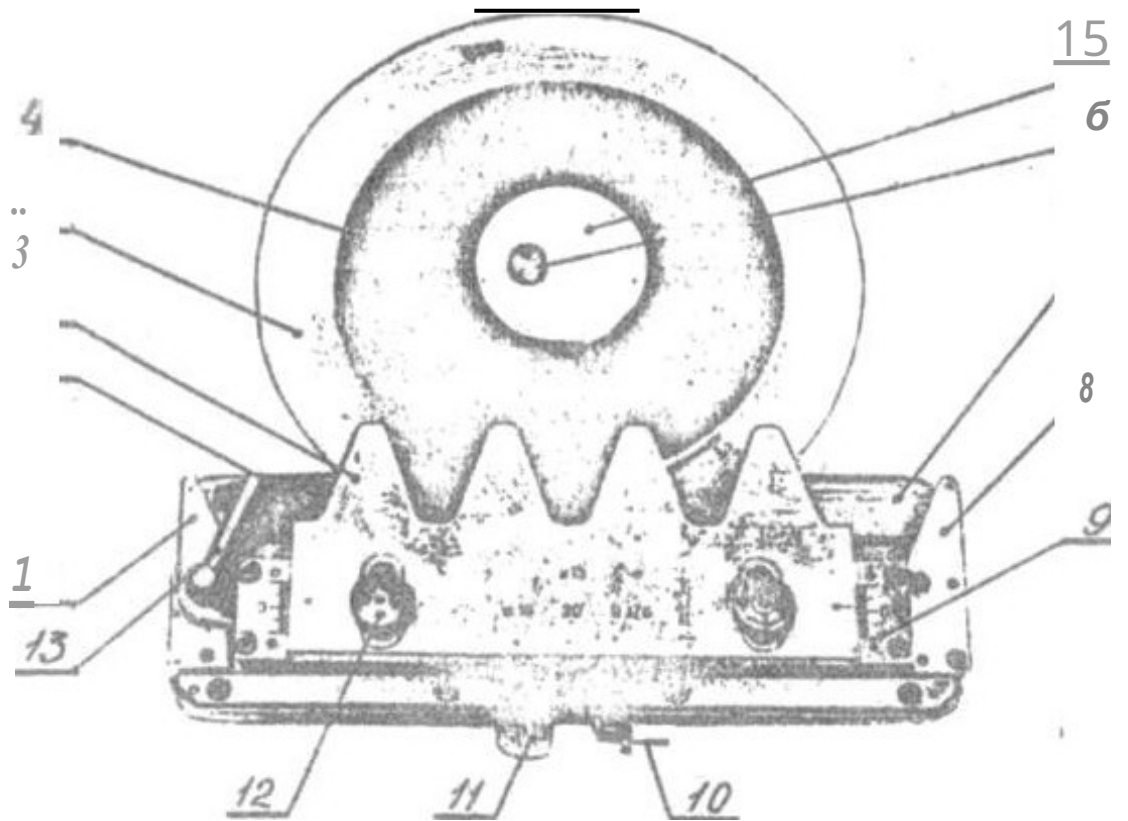


Рис. 2. Прибор для вычерчивания эвольвентных профилей зубьев методом обкатки

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Прибор и принадлежности:

Прибор ТММ-42, имитирующий процесс нарезания зубчатых колес, бумажный круг (заготовка) из ватмана, диаметр которого равен величине D нанесенной красными цифрами на прозрачном диске; карандаш или ручка; циркуль; линейка.

Порядок проведения работы:

1. Опробывается механизм передвижения рейки; риски рейки устанавливаются против нулевых делений шкал 9.
2. Фиксируются заданные величины: m - модуль; α - угол профиля рейки; d - диаметр делительной окружности (эти данные выгравированы на рейке каждого прибора).
3. На диск 3 накладывается бумажный круг из ватмана (заготовка), прижимается шайбой 5, привинчивается винтом 6.
4. Поворотом влево рукоятки 13 и рычажка 10 рейка освобождается от храпового механизма и переводится в крайнее правое положение, затем рукоятка 13 и рычажок 10 переводятся в исходные положения. На бумажной заготовке очерчивается карандашом контур профилей зубьев рейки.
5. Нажимом на клавишу 11 рейка передвигается влево на один шаг храпового устройства и вновь очерчивается контур зубьев рейки. Так делается до тех пор, пока рейка не дойдет влево до упора и на заготовке получится 2-3 полностью очерченных зуба колеса с подрезанной ножкой, т.к. $Z < 17$. Подрез ножки тем более выражен, чем больше число зубьев Z отличается от 17.
6. Производится вычисление элементов нулевого колеса.
7. Для устранения подреза ножки вычисляются коэффициент смещения ($+xm$) и смещение ($+xm$) рейки (см. приложение, табл. 3). Освобождаются винты 12, рейка отодвигается от центра заготовки на величину смещения ($+xm$), величина которого устанавливается по шкалам 9, и винты снова закрепляются.
8. Поворотом рукоятки 13 и рычажка 10 влево диск 3 с бумажным кругом освобождается и поворачивается примерно на 120° , а рейка отодвигается в крайнее правое положение. После этого рукоятка 13 и рычажок 10 вновь переводятся вправо, связывая движение репки 2 и диска 3.
9. Методом, указанным в пунктах 4 и 5, вычерчиваются 2-3 зуба положительного колеса ($+x$), а затем 2-3 зуба отрицательного колеса ($-x$). Причем ($-x$) = ($+x$) (см. рис. 3).
10. Отвинчивается винт 6, снимаются шайба 5 и заготовка (бумажный круг).
11. На заготовке прочерчиваются циркулем делительная и основная окружности (центр заготовки отмечен проколом тонкой иглы), подсчитываются для нулевого и положительного колес все параметры (см. приложение, табл. 2 и 3), и размеры их проставляются на заготовке (см. рис. 3).
12. Составить отчет и приложить к нему бумажный диск с вычерченными профилями зубьев колес.

Радиус окружности вершин положительного колеса подсчитывается через коэффициент уравнивающего смещения Δu .

Таблица 1.

z	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Δu	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22

2. Нулевое колесо

Таблица 3

№	Наименование параметра	Формулы и величины		
1.	Число зубьев колеса	$Z = 11$		
2.	Шаг зацепления	$p = \pi m$	47,1	ММ
3.	Толщина зуба по делительной окружности	$S = \frac{1}{2} \pi m$	23,55	ММ
4.	Шаг по основной окружности	$P_b = p \times \cos(\alpha)$	44,26	ММ
5.	Диаметр основной окружности	$d_b = d \times \cos(\alpha)$	155,05	ММ
6.	Радиус окружности вершин	$r = r + h^* m$	97,5	ММ

$$Z = \frac{d}{m} = \frac{165}{15} = 11;$$

$$p = \pi m = 3,14 \times 15 = 47,1(\text{мм});$$

$$S = \frac{1}{2} \pi m = \frac{3,14 \times 15}{2} = 23,55(\text{мм});$$

$$P_b = p \times \cos(\alpha) = 47,1 \times \cos(20^\circ) = 44,26(\text{мм});$$

$$d_b = d \times \cos(\alpha) = 165 \times \cos(20^\circ) = 155,05$$

$$r = r + h^* m = \frac{165}{2} + 1 \times 15 = 97,5(\text{мм});$$

$$r = r - (h^* + C^*) m = \frac{165}{2} - (1 + 0,25) \times 15 = 63,75(\text{мм}).$$

3. Колесо со смещением

Таблица 4

№	Наименование параметра	Формулы и величины		
1	Коэффициент смещения	$x = \frac{17 - Z}{17}$	0,4	—
2	Смещение рейки	xm	6	ММ
3	Толщина зуба по делительной окружности	$S = \frac{1}{2} \pi m + 2mx \operatorname{tg}(\alpha)$	27,9	ММ
4	Радиус окружности вершин колеса	$r_a = r + m(h_a^* + x + \Delta y)$	105,9	ММ
5	Радиус окружности впадин колеса	$r_b = r - m(h_a^* + C^* - x)$	69,75	ММ

$$x = \frac{17 - Z}{17} = \frac{17 - 11}{17} = 0,4;$$

$$xm = 0,4 \times 15 = 6(\text{мм});$$

$$S = \frac{1}{2} \pi m + 2mxtg(\alpha) \cong \frac{1}{2} \times 3,14 \times 15 + 2 \times 15 \times 0,4 \times tg(20^\circ) = 27,9(\text{мм});$$

$$r = r + m(h^* + x + \Delta y) = \frac{165}{2} + 15 \times (1 + 0,4 + 0,16) = 105,9(\text{мм});$$

$$r = r - m(h^* + C^* - x) = \frac{165}{2} - 15 \times (1 + 0,25 - 0,4) = 69,75(\text{мм}).$$

Выводы: в ходе проведения данной лабораторной работы было произведено ознакомление с изготовлением эвольвентных зубчатых колес нулевых и со смещением методом обкатки.