

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Вятский государственный университет»

Факультет автоматизации машиностроения  
Кафедра «Основы конструирования машин»

## **КОНСТРУКЦИИ ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА**

Лабораторный практикум № 7  
по дисциплине «Детали машин и основы конструирования»

Для специальностей 151001, 150405, 150202  
дневного и заочного отделения

**Киров 2011**

**Печатается по решению методического совета факультета  
автоматизации машиностроения Вятского государственного  
университета**

**УДК 621.833.38 (07)  
К 650**

Составители: к.т.н. доцент П. И. Миклин  
к.т.н. доцент В. А. Власов

Рецензент к.т.н. доцент кафедры «Технология машиностроения»  
Е. А. Куимов

Набор  
и редактирование: старший лаборант Е. А. Трухина

Подписано в печать \_\_\_\_\_ г.

Бумага книжно-журнальная.

Заказ № \_\_\_\_

Тираж \_\_\_\_

Текст напечатан с оригинал-макета, предоставленного автором

---

Усл. печ. л.

Печать матричная.

Бесплатно.

610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

Оформление обложки, изготовление – ПРИП

© Вятский государственный университет, 2011 г.

## Содержание

<b>ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ, РАЗБОРКА, ИЗМЕРЕНИЕ, СБОРКА И РЕГУЛИРОВКА ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА.....</b>	<b>4</b>
<b>1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧАХ.....</b>	<b>4</b>
<b>2 ОПИСАНИЕ РЕДУКТОРА.....</b>	<b>9</b>
<b>3 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ РЕДУКТОРА .....</b>	<b>11</b>
<b>4 РАЗБОРКА РЕДУКТОРА .....</b>	<b>13</b>
<b>5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРВЯЧНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ С АРХИМЕДОВЫМ, КОНВОЛЮТНЫМ ИЛИ ЭВОЛЬВЕНТНЫМ ЧЕРВЯКОМ .....</b>	<b>14</b>
<b>6 СБОРКА РЕДУКТОРА, РЕГУЛИРОВКА ЗАЦЕПЛЕНИЯ И ПОДШИПНИКОВ ...</b>	<b>19</b>
<b>7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....</b>	<b>20</b>
<b>ФОРМА ОТЧЕТА .....</b>	<b>21</b>

## ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ, РАЗБОРКА, ИЗМЕРЕНИЕ, СБОРКА И РЕГУЛИРОВКА ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА

**Цель работы:** ознакомление с конструкцией червячного редуктора, измерение его габаритных и присоединительных размеров, определение параметров червячного зацепления, получение навыков по регулировке червячного зацепления и зазоров в подшипниках.

### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧАХ

Червячная или зубчато-винтовая передача относится к передачам зацеплением с перекрещивающимися осями валов. Существенное отличие червячной передачи от зубчатой заключается в том, что окружные скорости червяка и колеса не совпадают ни по величине, ни по направлению. Поэтому червячные передачи имеют следующие особенности:

а) передаточное число не может быть выражено отношением диаметров,

т.е.

$$u \neq \frac{d_2}{d_1};$$

б) начальные окружности не перекатываются, а скользят;

в) скорость скольжения в передаче весьма значительная.

Передаточное число червячной передачи определяют из условия, что за каждый оборот червяка колесо поворачивается на число зубьев, равное числу заходов червяка:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1},$$

где  $z_1$  и  $z_2$  – число заходов червяка и число зубьев колеса;

$n_1$  и  $n_2$  – частоты вращения червяка и колеса,  $\text{мин}^{-1}$ .

Таким образом, передаточное число определяется отношением числа зубьев колеса к числу заходов червяка и не зависит от соотношения диаметров.

Червячные передачи применяются для передачи вращательного движения между валами, у которых угол скрещивания обычно составляет  $90^\circ$ . Ведущим звеном обычно является червяк, но встречаются передачи и с ведущим колесом, например, в центрифугах, в приводе к нагнетателю двигателя внутреннего сгорания. Во многих случаях при торможении за счет сил инерции червяк становится ведомым.

В зависимости от формы внешней поверхности червяка (рисунок 1) передачи бывают с цилиндрическими (рисунок 1 а) и с глобоидными (рисунок 1 б) червяками.

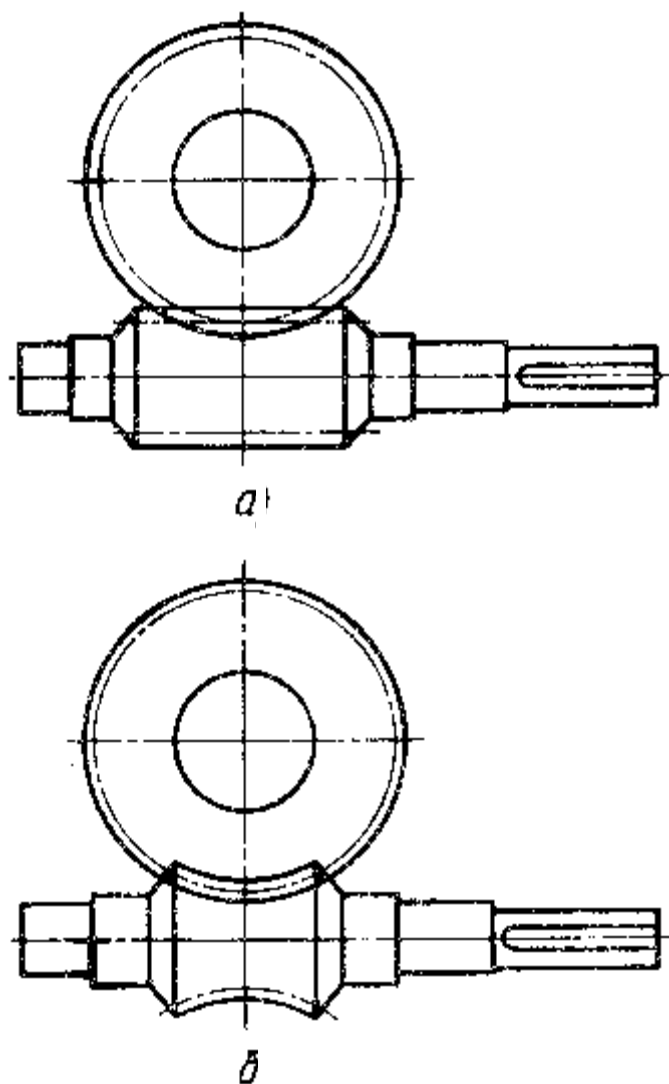


Рисунок 1

Цилиндрические червяки по ГОСТ 18498-73 имеют в осевом сечении трапецеидальный или выпуклый профиль, а в торцевом сечении могут иметь три различные формы рабочей поверхности витков.

Червяк, торцевым профилем которого является архимедова спираль, называют **архимедовым** и обозначают буквами ZА. В осевом сечении он имеет трапецеидальный профиль и представляет собой обычный винт (рисунок 2).

**Конволютный** червяк (рисунок 3) в осевом сечении очерчен выпуклым профилем, в нормальном сечении витка ZN1 и в нормальном сечении впадины ZN2 - прямолинейный, а в торцевом сечении имеет профиль, очерченный конволютой, т. е. удлиненной или укороченной эвольвентой окружности.

**Эвольвентный** червяк Z1 (рисунок 4) в осевом сечении также имеет выпуклый профиль, а в торцевом сечении – эвольвентный. Он представляет собой, по существу, косозубое зубчатое колесо с очень большим углом наклона и малым числом зубьев.

Исследования показали, что долговечность червячной передачи повышается с уменьшением шероховатости и повышением твердости резьбы червяка.

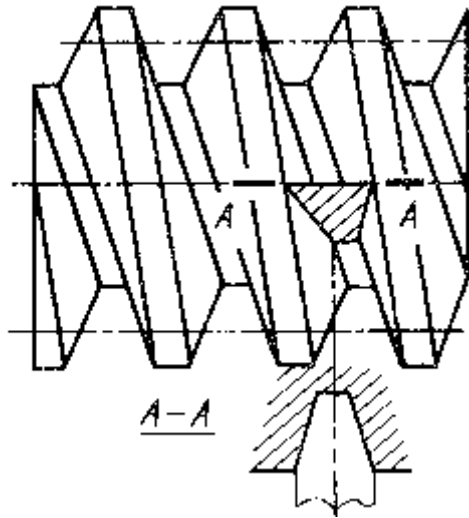


Рисунок 2

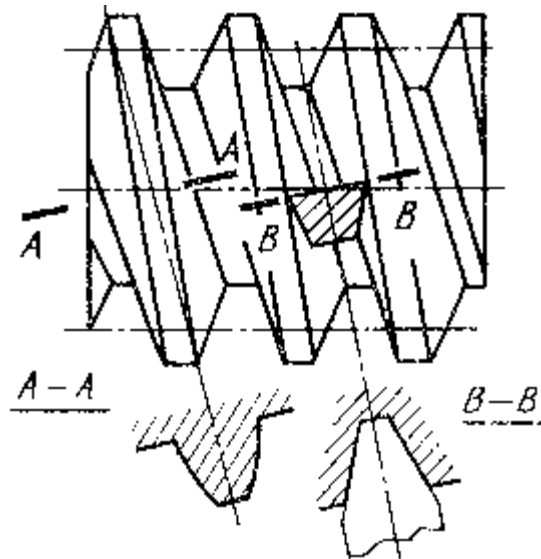


Рисунок 3

Для шлифования архимедовых червяков требуются специальные шлифовальные круги фасонного профиля, конволютные и эвольвентные червяки могут шлифоваться кругами с прямолинейными образующими на резьбошлифовальных и специальных червячношлифовальных станках.

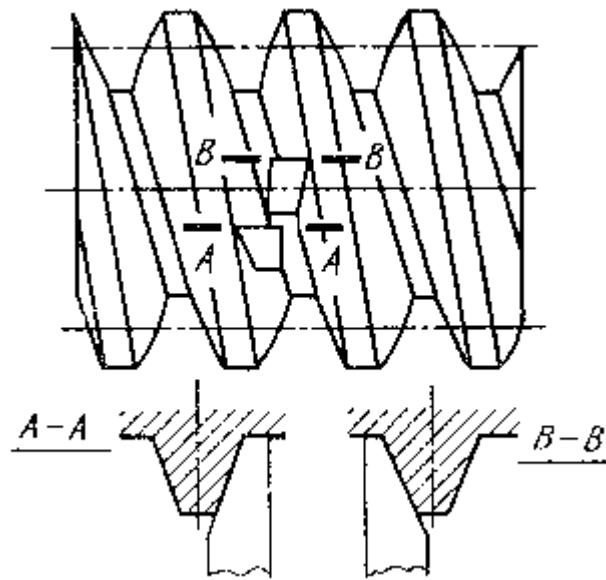


Рисунок 4

Основные кинематические схемы червячных редукторов показаны на рисунке 5.

Одноступенчатые редукторы с горизонтальным расположением валов могут быть выполнены с нижним (рисунок 5 а) и верхним (рисунок 5 б) расположением червяка. При окружных скоростях червяка до 5 м/с, следует отдавать предпочтение редукторам с нижним расположением червяка, при котором обеспечиваются лучшие условия смазки. При больших скоростях сильно возрастают потери на размешивание смазки, поэтому червяк следует располагать над колесом. В таких передачах хуже условия теплоотдачи в смазку, требуются специальные устройства для смазки подшипников червяка, при редких включениях смазка успевает стечь с зубьев колеса и движение начинается при недостаточной смазке.

Передачи с вертикальным расположением вала колеса (рисунок 5 в) или червяка (рисунок 5 г) применяют сравнительно редко, когда это требуется по условиям компоновки машины. Передачи с вертикальными червяками обычно применяют с фланцевым креплением электродвигателя на верхней части корпуса редуктора. Такой привод занимает меньшую площадь. Условия смазки зацепления неблагоприятны. Червячные редукторы с вертикальным расположением вала колеса используются для привода вертикальных валов. Конструкция их отличается более сложными уплотнениями.

Червячные одноступенчатые редукторы применяют при передаточных числах от 8 до 63, максимум до 80. Большие передаточные числа возможны, но встречаются в реальных конструкциях редко из-за неблагоприятных

условий компоновки узла (слишком большие расстояния между опорами червяка).

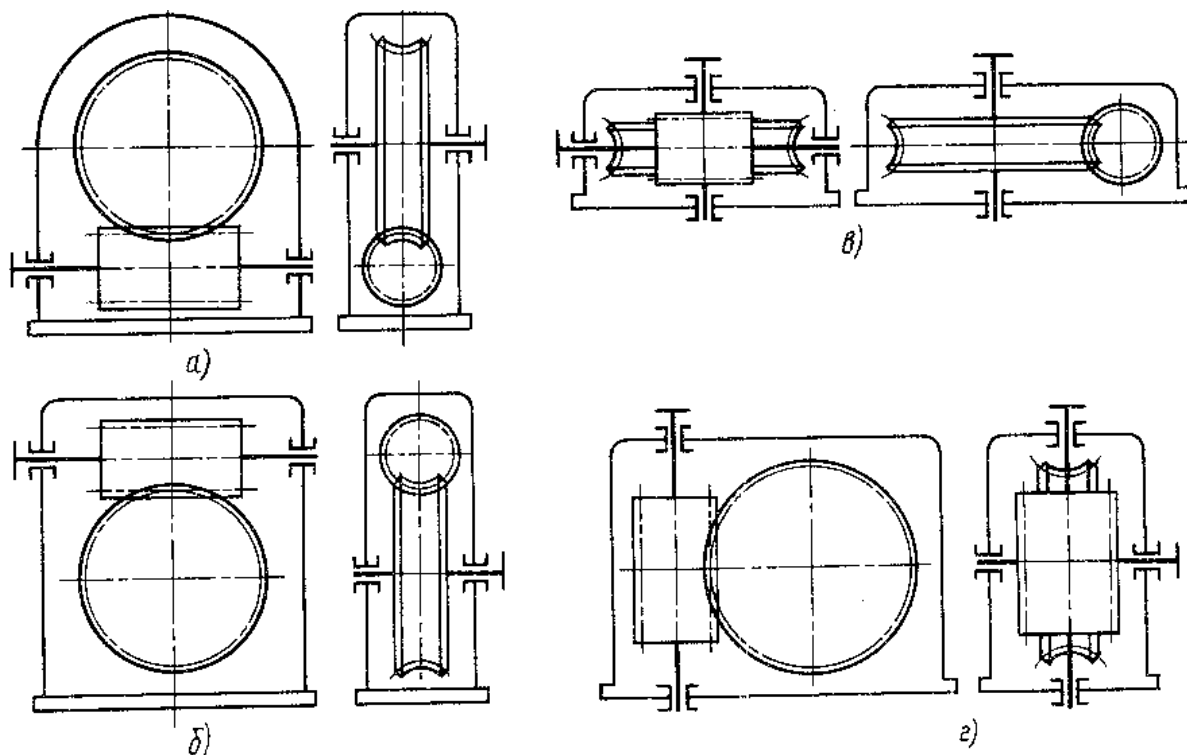


Рисунок 5

Архимедовы и конволютные червяки обычно не шлифуют и изготавливают из термически улучшаемых сталей (35, 45, 50, 30ХМ и др.) с твердостью поверхности не менее 350 НВ. Их используют в передачах небольшой мощности (до 3 кВт). Для изготовления эвольвентных червяков используют стали 40ХН, 12ХНЗА, 30ХГСА, 20Х и др. с твердостью поверхностей витков 45...50 HRC. Червячные валы серийных редукторов выполняют из сталей 18ХГТ, 20Х с цементацией рабочих поверхностей витков и шеек вала под манжеты уплотнений (твердость этих поверхностей 56...63 HRC) и из стали 40Х с закалкой (твердость рабочих поверхностей 50...55 HRC; остальных 229...269 НВ). После термообработки рабочие поверхности витков червячных валов шлифуют и полируют.

В передачах малой мощности применяют колеса из капрона и др. неметаллических материалов.

Червячные колеса открытых передач и передач небольшой мощности с ручным приводом изготавливают из чугунов СЧ10, СЧ15, СЧ20, а червяки – из сталей 35, 40, 45 (300...350 НВ).

Колеса закрытых передач с машинным приводом при  $V \leq 5$  м/с изготавливают из безоловянных бронз (БрА9Ж3Л, БрА10Ж4Н4Л и др.), литейных латуней (ЛАЖМц66-6-3-2, ЛМцС58-2-2 и др.); при  $V \leq 12$  м/с – из малооловянных бронз (БрО6Ц6С3, БрО5ЦС6 и др.) и при  $V \leq 25$  м/с из высокооловянных бронз, содержащих также фосфор, свинец, сурьму и никель (БрО10Ф1, БрОНФ и др.).

В связи с тем, что для изготовления червячных колес (рисунок 6) используются дефицитные сплавы цветных металлов, лишь колеса малых



диаметров (до 100...120 мм) изготовляют цельными (рисунок 6 а), а колеса большего диаметра – преимущественно бандажированными (рисунок 6 б). Напрессованные венцы дополнительно крепят болтами, винтами и заклепками. Венцы колес стандартных редукторов нередко отливают из бронзы непосредственно заливкой на центр (рисунок 6 в).

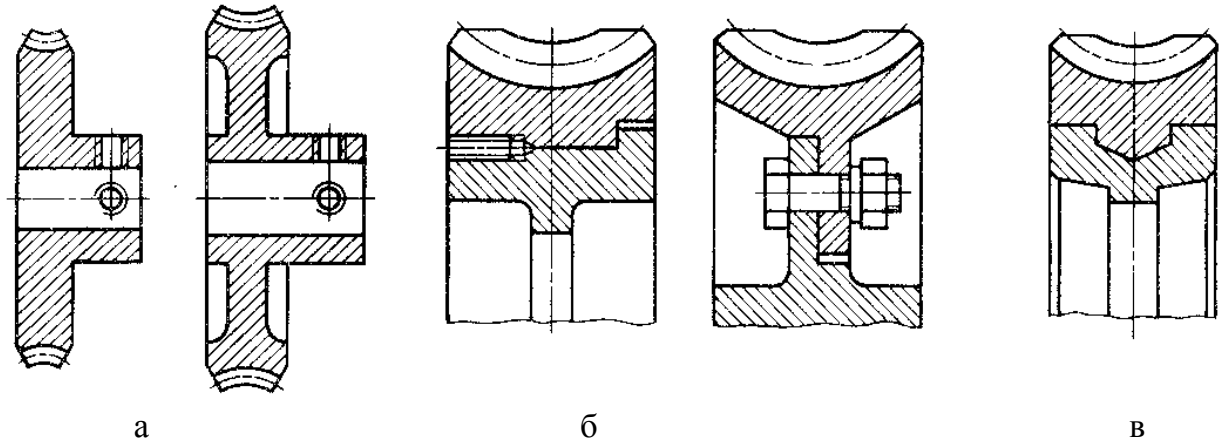


Рисунок 6

Достоинства червячных передач: плавность и бесшумность в работе, большие передаточные числа при сравнительно малых габаритах.

Недостатки: низкий коэффициент полезного действия, потребность в дорогостоящих антифрикционных материалах при изготовлении червячных колес, склонность к заеданию, значительный износ и нагрев при продолжительной работе.

## 2 ОПИСАНИЕ РЕДУКТОРА

В рассматриваемом редукторе (рисунок 7) червяк расположен над колесом. Смазка зацепления осуществляется окунанием колеса в масло.

Червяк 1 выполнен из стали, боковые поверхности витков закалены до высокой твердости ( $HRC > 45$ ).

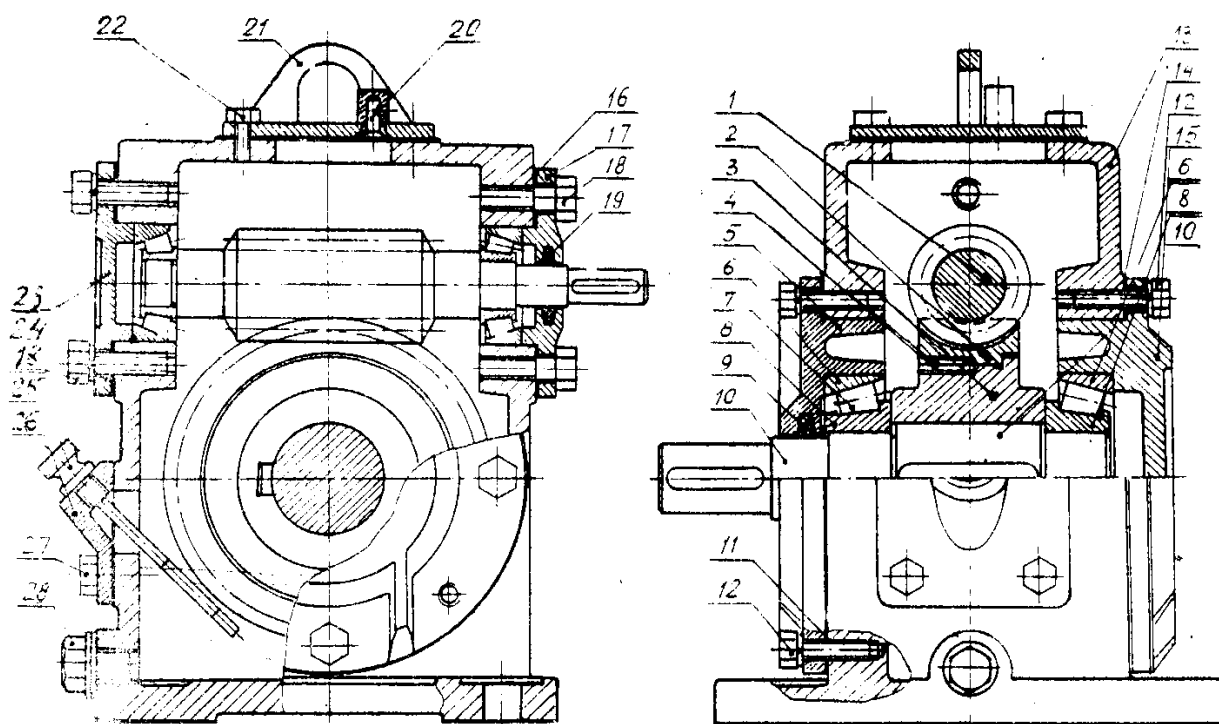


Рисунок 7

Червячное колесо выполнено с ободом (венцом) 2 из бронзы с чугунным центром. При работе с малыми окружными скоростями (до 3 м/с) червячные колеса иногда целиком изготавливают из серого чугуна. Бронзовый обод насажен на чугунный центр с натягом. Со временем посадка может ослабнуть, поэтому в стык венца и центра ввертывают винты 4, играющие роль шпонок. Центр червячного колеса 3 насажен на вал 10 с посадкой, обеспечивающей гарантированный натяг.

Опоры червяка и вала червячного колеса выполнены в виде радиально-упорных конических роликоподшипников, воспринимающих радиальную и осевую нагрузки.

Внутренние кольца 8 подшипников на вал ставят по посадкам с натягом во избежание обкатывания кольцом шейки вала, развальцовки посадочных поверхностей и контактной коррозии.

Наружные кольца 6 подшипников в корпус ставят по посадкам с зазором для увеличения долговечности подшипников, что важно для облегчения осевых перемещений колес при монтаже, во время регулировки червячного зацепления и зазоров в подшипниках.

При работе редуктора в червячном зацеплении возникает сила, которую можно разложить на три составляющих во взаимно перпендикулярных направлениях (рисунок 8).

Все силы вращающихся деталей передаются на неподвижный корпус через элементы качения, что уменьшает потери энергии на трение.

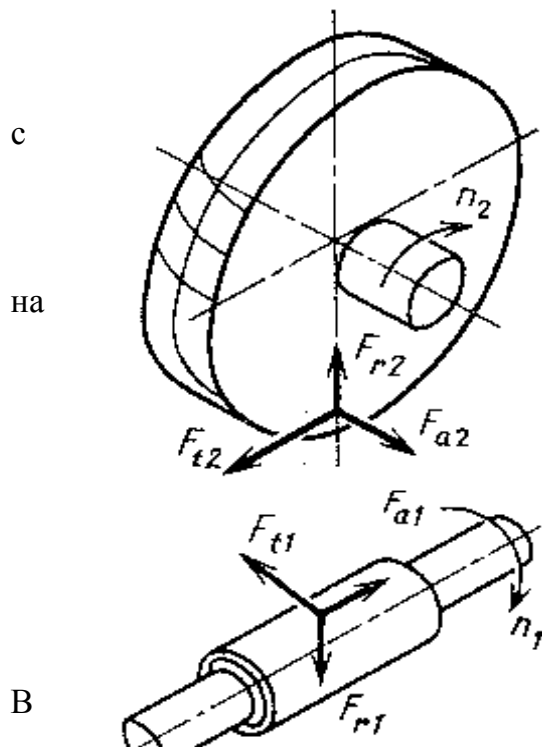


Рисунок 8

Проследим передачу осевой силы  $F_{a2}$  колеса на корпус. Центр колеса 3 (рисунок 7) торцом давит на внутреннее колесо подшипника 8, далее сила передается через ролик 7 на наружное кольцо 6, которое давит крышку 5. Крышка передает силу  $F_{a2}$  корпусу 13 через винты 12.

Уплотнения 9 и 19 ставят в крышках, через которые выходят концы валов. Назначение этих уплотнений – исключить попадание грязи и пыли в подшипники и в зацепление через зазор между крышкой и валом, а также предотвратить вытекание смазки из редуктора. Наибольшее применение имеют манжетные уплотнения. редукторе на рисунке 7 уплотнения выполнены в виде колец из технического фетра, пропитанного машинным маслом; фетровые кольца закладывают в кольцевой

паз крышек, имеющий в сечении форму трапеции. Такая форма паза обеспечивает лучшее обжатие вала фетровым кольцом.

Корпус редуктора 13 выполнен из чугуна. Конструкция корпуса должна обеспечивать установку в него собранных узлов червяка и червячного колеса, а также возможность регулировки зацепления. Часто корпус редуктора делают разъемным по горизонтальной плоскости, проходящей через ось вала колеса. В редукторе на рисунке 7 корпус неразъемный. Для монтажа колеса с валом и подшипниками с боков корпуса сделаны отверстия с диаметром, большим диаметра червячного колеса. Отверстия закрыты крышками 5 и 15. Корпус одновременно служит и резервуаром для масла, используемого для смазки зацепления и подшипников.

Для контроля уровня масла имеется маслоуказатель (щуп) 25. Пробка 28 предназначена для слива масла.

Крышка 21 закрывает смотровой лючок, через который можно наблюдать пятно контакта зубьев червяка и колеса при регулировке правильности зацепления.

При работе редуктора воздух, находящийся во внутренней его полости, нагревается и расширяется. Для выхода избытка воздуха из редуктора в атмосферу во втулке 20 на крышке 21 лючка для залива масла предусмотрены отверстия – «отдушины».

### 3 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ РЕДУКТОРА

На рисунке 9 дан схематический чертеж редуктора с нанесенными габаритными и присоединительными размерами.

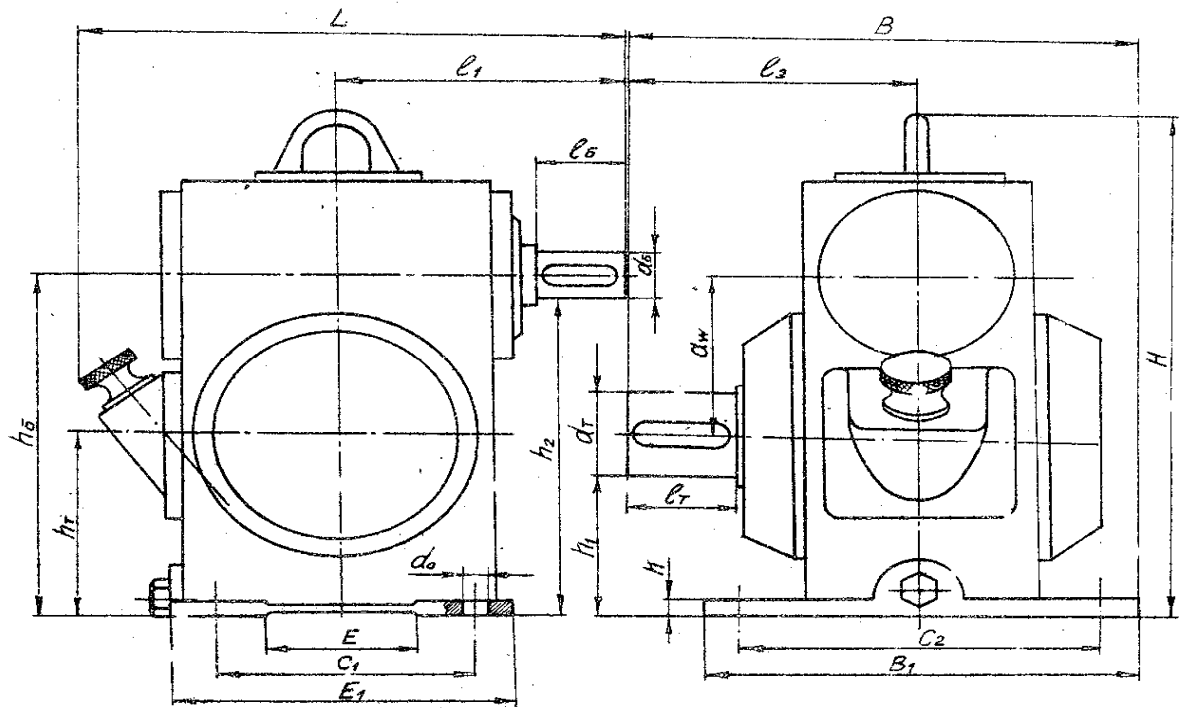


Рисунок 9

Под **габаритными** понимаются наибольшие размеры редуктора в трех измерениях.

**Присоединительными** называются размеры редуктора, необходимые для подбора сопряженных с ним деталей, или размеры, нужные для монтажа редуктора на фундаменте (плите, раме). Сюда относятся размеры концов

валов, на которые насаживают полумуфты, отверстия под фундаментные болты, размеры опорных поверхностей нижнего фланца до осей валов и др.

Присоединительные размеры заординированы относительно вертикальной оси симметрии редуктора, служащей базовой осью при сборке редуктора с остальными узлами установки.

Перечень габаритных и присоединительных размеров червячного редуктора, их обозначение, используемый мерительный инструмент и формулы для определения некоторых размеров, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Замеряемые габаритные и присоединительные размеры редуктора (рисунок 9)

№ п/п	Замеряемые величины, мм	Обозначения	Мерительный инструмент или формула
<b>Габаритные размеры</b>			
1	Длина	<b>L</b>	угольник
2	Ширина	<b>B</b>	линейка
3	Высота	<b>H</b>	штангенрейсмасс
<b>Присоединительные размеры</b>			
4	Быстроходный вал		
	Диаметр	<b>d<sub>б</sub></b>	штангенциркуль
	Длина	<b>l<sub>б</sub></b>	линейка
	Вылет	<b>l<sub>1</sub></b>	линейка, угольник
5	Тихоходный вал		
	Диаметр	<b>d<sub>т</sub></b>	штангенциркуль
	Длина	<b>l<sub>т</sub></b>	линейка
	Вылет	<b>l<sub>2</sub></b>	линейка, угольник
6	Вспомогательный размер	<b>h<sub>1</sub></b>	
7	Вспомогательный размер	<b>h<sub>2</sub></b>	штангенрейсмасс
8	Расстояние от опорной поверхности нижнего фланца редуктора до оси червяка и	<b>h<sub>б</sub></b>	штангенрейсмасс
9	колеса	<b>h<sub>т</sub></b>	$h_1 + 0,5 d_b$
10	Межосевое расстояние	<b>a<sub>w</sub></b>	$h_2 + 0,5 d_t$
11	Толщина нижнего фланца	<b>h</b>	$h_t - h_b$
12	Размеры опорной поверхности нижнего фланца	<b>E<sub>1</sub>, E, B<sub>1</sub></b>	линейка
13	Расстояние между осями отверстий под фундаментные болты	<b>C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub></b>	линейка
	Диаметр отверстия под фундаментный болт	<b>d<sub>0</sub></b>	штангенциркуль
<i>Примечание.</i> Для редукторов, выполненных в соответствии с ГОСТ 2144-76 или с ГОСТ 19650-74, установленный размер округляется до стандартного значения (см. раздел 5)			

#### 4 РАЗБОРКА РЕДУКТОРА

Разборку редуктора (рисунок 7) производят в следующем порядке:

1. Отвертывают винты боковых крышек 5 и 15, снимают крышки и вынимают червячное колесо с валом. Внутренние кольца 8 подшипников качения с вала 10 и внутренние кольца подшипников с вала червяка не снимаются. Наружные кольца подшипников 6 из крышек 5 и 15 не выпрессовываются. Если крышка 5 (или 15) в

корпусе поставлена с натягом, то снимается она путем завинчивания двух отжимных винтов в резьбовые отверстия, расположенные на крышке.

2. Отвертывают винты 18 крышек 17 и 23, снимают крышки и вынимают червяк с подшипниками.

3. Отвертывают винты 22 и 27 и снимают крышки 21 и 26

4. Отвертывают пробку для слива масла 28 и вынимают маслоуказатель 25.

## 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРВЯЧНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ С АРХИМЕДОВЫМ, КОНВОЛЮТНЫМ ИЛИ ЭВОЛЬВЕНТНЫМ ЧЕРВЯКОМ

Расшифровка червячного зацепления является сложной операцией, в процессе которой требуется проделать ряд точных замеров на специальных измерительных приборах. Задача упрощается, если параметры червячного зацепления все или частично соответствуют ГОСТу 2144-76 или ГОСТ 19650-74. В этом случае можно ограничиться замером отдельных элементов червяка и червячного колеса (рисунок 10 и 11) с помощью простого мерительного инструмента и определить путем расчета остальные элементы и параметры зацепления. При этом величины элементов червяка и червячного колеса округляют до стандартных значений, если эти величины находятся в пределах отклонений от номинала, обусловленных неточностями изготовления и замера. Подлежащие замеру элементы червяка и червячного колеса помещают в таблицу 2.

Ниже дается порядок расчета элементов червячного зацепления, выполняемого по результатам замеров, содержащихся в таблицах 1 и 2.

Для стандартных редукторов:

а) параметры  $a_w$ ,  $m$  и  $q$  после округления, а также число зубьев колеса  $Z_2$  заходов червяка  $Z_1$  и угол подъема витка червяка по делительному цилиндру  $\gamma_w$  должны соответствовать значениям по ГОСТ 2144-76 или ГОСТ 19650-74;

б) параметры  $d_{a2}$ ,  $d_{am2}$ ,  $b_1$  и величины смещения инструмента  $x$  не должны выходить за пределы, установленные для стандартного червячного зацепления.

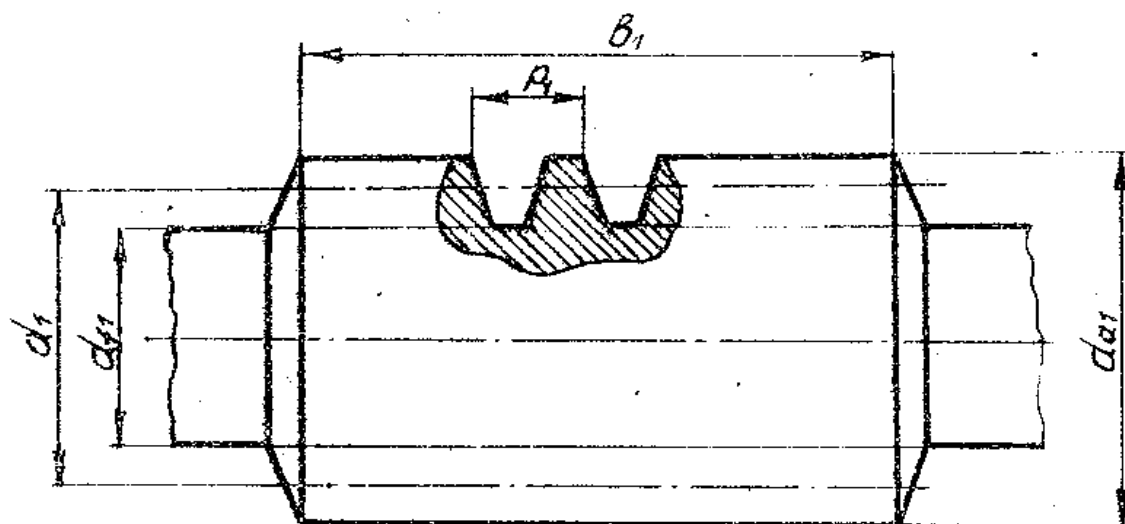


Рисунок 10

1. Стандартное межосевое расстояние  $a_w$ , мм:  
40, 50, 63, 80, 100, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500.

2. Модуль осевой  $m = P/\pi$ , мм:

1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5; 2,75; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5.

3. Делительный диаметр червяка:

$$d_1 = d_{a1} - 2m.$$

4. Относительный диаметр червяка:

$$q = \frac{d_1}{m}.$$

Значения  $q$  по ГОСТ 2144-76 и ГОСТу 19650-74 даны в таблице 3.

5. Коэффициент смещения инструмента (рисунок 12):

$$x = \frac{a_w}{m} - 0,5(z_2 + q).$$

Для стандартных редукторов коэффициент сдвига инструмента должен находиться в пределах  $|x| \leq 1$ .

6. Угол подъема витка червяка по делительному цилиндру:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{s}{\pi d_1} = \frac{pz_1}{\pi d_1} = \frac{mz_1}{d_1} = \frac{z_1}{q}; \quad \gamma = \operatorname{arctg} \frac{z_1}{q}.$$

Стандартные значения  $\gamma$  приведены в таблице 3.

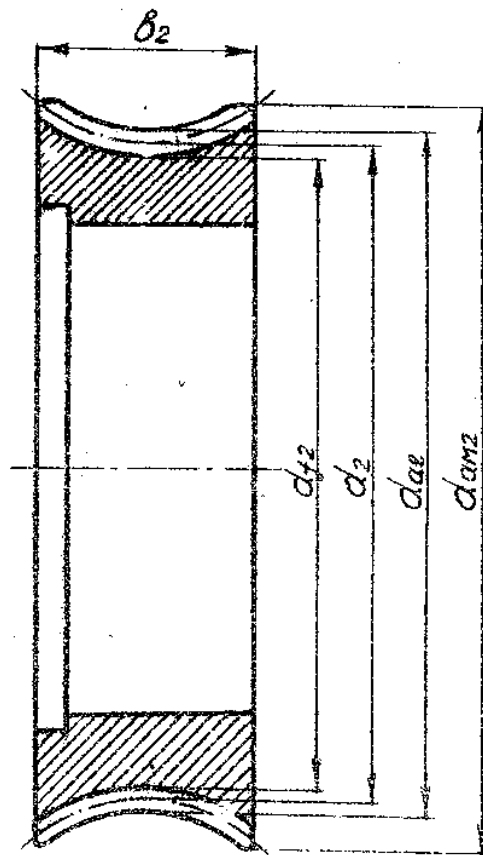


Рисунок 11

7. Угол подъема витка червяка по начальному цилиндру:

$$\operatorname{tg} \gamma_w = \frac{z_1}{q + 2x}; \quad \gamma_w = \operatorname{arctg} \frac{z_1}{q + 2x}.$$

8. Начальный диаметр червяка:

$$d_{w1} = m \cdot q \quad (q = 2x).$$

9. Диаметр впадин червяка:

$$d_{f1} = d_1 - 2,4 m.$$

10. Длина нарезной части червяка:

$$b_1 = b_0 + 25 \text{ мм.}$$

Здесь  $b_0$  — расчетная длина нарезной части червяка в мм.

Формулы для определения  $b_0$  приведены в таблице 4.

11. Делительный (начальный) диаметр червячного колеса:

$$d_2 = m z_2.$$



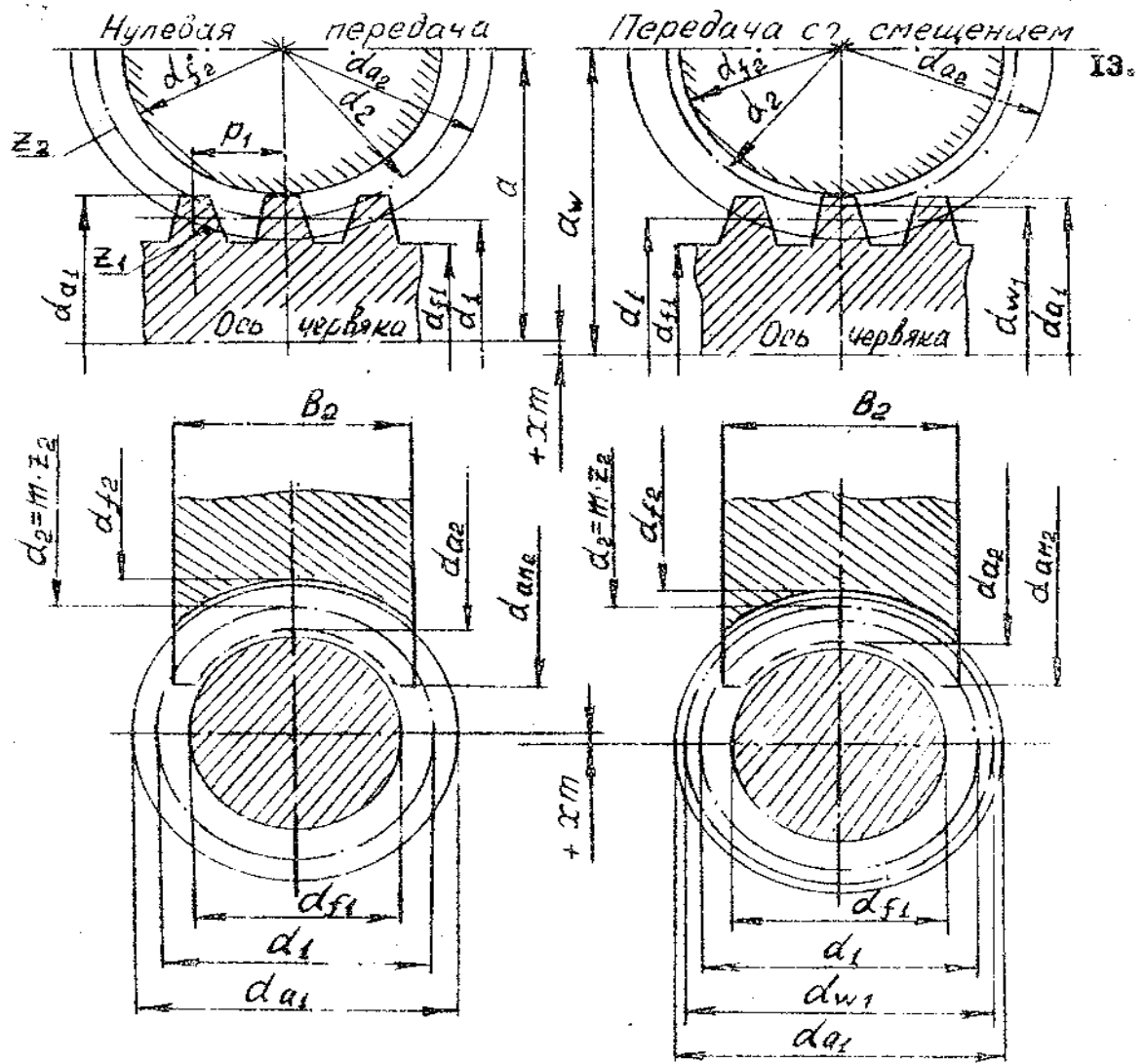


Рисунок 12

Таблица 2 – Замеряемые элементы червяка и червячного колеса

Замеряемые величины, мм	Обозначение	Мерительный инструмент	Рисунок
Число заходов червяка	$Z_1$	-	-
Шаг осевой	$p_1$	Линейка	10
Длина нарезной части червяка	$b_1$	Штангенциркуль	10
Число зубьев червячного колеса	$Z_2$	-	-
Диаметр вершин червяка	$d_{a1}$	Штангенциркуль	10
Диаметр вершин червячного колеса	$d_{a2}^*$	Кронциркуль, штангенциркуль	11
Наибольший диаметр червячного колеса	$d_{ам2}$	Штангенциркуль	11
Ширина червячного колеса	$b_2$	Штангенциркуль	11

*Примечание.* В случае нечетного числа зубьев червячного колеса значения диаметров  $d_{a2}$  и  $d_{ам2}$  при замере получаются меньше действительных.

Таблица 3 – Угол подъема  $\gamma$  витка червяка по делительному цилиндру

Относительный диаметр червяка $q$							
$Z_1$	16	14	12,5	11,2	10	9	8
1	3°34'35"	4°05'08"	4°34'26"	5°06'07"	5°42'38"	6°20'25"	7°0'30"
2	7°07'31"	8°07'48"	9°05'36"	10°07'29"	11°18'36"	12°31'44"	14°02'10"
3	-	-	13°29'45"	14°59'42"	16°41'5"	18°26'05"	20°33'22"
4	14°02'10"	15°56'43"	17°44'41"	19°39'13"	21°40'05"	23°57'45"	26°33'54"

12. Диаметр вершин:

$$d_{a2} = 2a_w - d_1 + 2m.$$

13. Диаметр впадины:

$$d_{f2} = 2a_w - d_1 - 2,4m.$$

Таблица 4 – Расчетная длина нарезанной части червяка

x	$Z_1 = 1$ и 2	$Z_1 = 3$ и 4
0	$(11 + 0,06 Z_2) m$	$(12,5 + 0,09 Z_2) m$
-0,5	$(6 + 0,06 Z_2) m$	$(9,5 + 0,09 Z_2) m$
-1	$(10,5 + Z_1) m$	$(10,5 + Z_1) m$
0,5	$(11 + 0,1 Z_2) m$	$(12,5 + 0,1 Z_2) m$
1	$(12 + 0,1 Z_2) m$	$(13 + 0,1 Z_2) m$

14. Наружный диаметр червячного колеса:

$$\begin{array}{ll} \text{при } Z_1 = 1 & d_{ам2} \leq d_{a2} + 2m, \\ Z_1 = 2 \text{ и } 3 & d_{ам2} \leq d_{a2} + 1,5m, \\ Z_1 = 4 & d_{ам2} \leq d_{a2} + m. \end{array}$$

15. Ширина червячного колеса:

$$\begin{array}{ll} \text{при } Z_1 \leq 3 & b_2 \leq 0,75 d_{a1}; \\ Z_1 = 4 & b_2 \leq 0,67d_{a1}. \end{array}$$

Результаты расчетов и измерений заносят в таблицу 5.

## 6 СБОРКА РЕДУКТОРА, РЕГУЛИРОВКА ЗАЦЕПЛЕНИЯ И ПОДШИПНИКОВ

Рациональная конструкция редуктора позволяет осуществлять узловую сборку. Собирают отдельно узел червячного колеса и узел червяка. Далее собранные узлы монтируют в корпусе редуктора в порядке, обратном тому, в котором производилась разборка.

Регулировка червячного зацепления и конических роликоподшипников червячного колеса при сборке редуктора выполняют в следующем порядке:

1. Червячное колесо с валом (рисунок 7), подшипниками и крышками 5 и 15 монтируют в корпусе редуктора 13 без комплектов металлических прокладок 11 и 14 с таким расчетом, чтобы опорная поверхность одной из крышек была плотно прижата к корпусу редуктора, а между второй крышкой и корпусом имелся зазор  $\delta$ .

2. Замеряют щупом зазор  $\delta$  между крышкой 5 или 15 и корпусом, после чего подбирают двойной комплект металлических прокладок, суммарная толщина которых, с целью обеспечения свободного вращения подшипников,

принимается равной  $\delta + \Delta_{ос}$ , где  $\Delta_{ос}$  – допускаемая осевая игра вала, смонтированного на двух конических роликоподшипниках.

3. Между крышками 5 и 15 и корпусом 13 устанавливают пакеты прокладок с суммарной толщиной  $0,5(\delta + \Delta_{oc})$  каждый.

4. Для регулировки зацепления на рабочую поверхность витков червяка наносят тонкий слой краски, после чего, вращая червяк, поворачивают червячное колесо. Полученное пятно контакта – отпечаток краски на рабочих поверхностях зубьев колеса – позволяет судить о том, насколько правильно собрано зацепление.

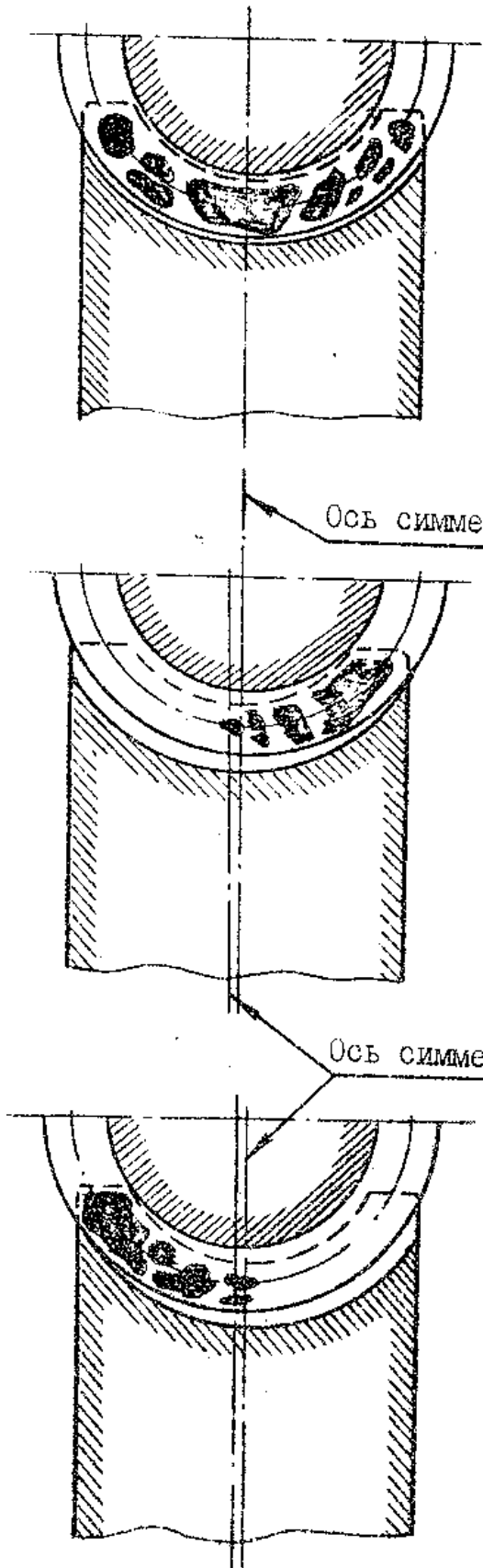
На рисунке 13 показаны три возможные положения пятна контакта.

Рисунок 13 а соответствует правильному взаимному положению червяка и колеса, т.е. такому, когда плоскости симметрии червяка и колеса совпадают.

На рисунке 13 б и 13 в колесо установлено неточно и его следует соответственно сместить вправо или влево путем перестановки части прокладок из-под одной крышки под другую. При этом суммарная толщина прокладок, во избежание нарушения регулировки зазора в подшипниках, должна оставаться неизменной.

Требуемые радиальные и осевые зазоры в конических роликоподшипниках червяка обеспечиваются металлическими прокладками 16 и 24 между крышками 17 и 23 и корпусом 13.

Порядок регулировки роликоподшипников червяка тот же, что и конических роликоподшипников червячного колеса. Поскольку смещение червяка в осевом направлении при регулировке подшипников не отражается на точности червячного зацепления, корректировка положения червяка в осевом направлении не нужна.



червячного колеса и червяка?

## 7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На рисунке 9 объяснить назначение присоединительных размеров редуктора.
2. Показать на рисунке 7 как передается осевая сила  $F_{a2}$  с витков червяка на корпус редуктора.
3. Каково назначение комплекта прокладок деталей 16 и 24 (рисунок 7)? Из какого материала они изготовлены, как подобрать их толщину?
4. Какая внешняя нагрузка действует на фундаментные болты редуктора?
5. Какой материал применяют для изготовления

6. Как определить нагрузку, действующую на болты 12 (рисунок 7)?
7. Написать зависимость, связывающую крутящие моменты на валу червячного колеса и на червяке.
8. Каковы требуемые радиальные и осевые зазоры в конических роликподшипниках
9. Написать зависимость, связывающую крутящие моменты на валу червячного колеса и на червяке.
10. Какие размеры червяка и червячного колеса меняются при нарезании их со смещением инструмента?
11. Как отрегулировать радиальный и осевой зазоры в подшипниках червяка?
12. Для чего в червячном редукторе предусматривается «отдушина»?
13. Как определяется передаточное число в червячной передаче?
14. В чем отличие червяков, изображенных на рисунках 2 и 3?
15. При каких передаточных числах применяют одноступенчатые червячные редукторы?
16. В каких случаях проектируют червячные редукторы с нижним расположением червяка?
17. Какие конструкции червячных колес вам известны?
18. Как правильно отрегулировать червячную передачу по пятну контакта?
19. Как определяется расчетное межосевое расстояние в червячной передаче?

### **ФОРМА ОТЧЕТА**

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель.
3. Результаты замера габаритных и присоединительных размеров червячного редуктора.
4. Сопоставление расчетных и измеренных параметров червячного зацепления.

Таблица 5

№ п/п	Замеряемые величины	Обозначение	Размерность	Величина
<b>Габаритные размеры</b>				
1	Длина	<b>L</b>	мм	
2	Ширина	<b>B</b>	мм	
3	Высота	<b>H</b>		
<b>Присоединительные размеры</b>				
4	Быстроходный вал			
	Диаметр	<b>a<sub>б</sub></b>	мм	
	Длина	<b>l<sub>б</sub></b>	мм	
	Вылет	<b>l<sub>1</sub></b>	мм	
5	Тихоходный вал			
	Диаметр	<b>d<sub>т</sub></b>	мм	
	Длина	<b>l<sub>т</sub></b>	мм	
	Вылет	<b>l<sub>2</sub></b>	мм	
6	Вспомогательный размер	<b>h<sub>1</sub></b>	мм	
7	Вспомогательный размер	<b>h<sub>2</sub></b>	мм	
8	Расстояние от опорной поверхности редуктора до оси червяка и колеса	<b>h<sub>б</sub></b> <b>h<sub>т</sub></b>	мм мм	
9	Межосевое расстояние	<b>a<sub>w</sub></b>	мм	
10	Толщина нижнего фланца	<b>h</b>	мм	
11	Размеры опорной поверхности нижнего фланца	<b>B<sub>1</sub>, E, E<sub>1</sub></b>	мм	
12	Расстояние между осями отверстий под фундаментные	<b>C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub></b>	мм	
13	болты			
	Диаметр отверстия под фундаментный болт	<b>d<sub>0</sub></b>	мм	

Таблица 6

Наименование параметра	Обозначение	Размерность	Результат	
			Замера	Расчета
Межосевое расстояние	$a_w$	мм		
Модуль осевой	$m$	мм		
Передаточное число	$u$	мм		
<b>Параметры червяка</b>				
Число заходов	$z_1$			
Делительный диаметр	$d_1$	мм		
Осевой шаг	$p_1$	мм		
Коэффициент диаметра	$q$			
Коэффициент смещения	$x$			
Начальный угол подъема	$\gamma_w$	град		
Диаметр вершин	$d_{a1}$			
Начальный диаметр	$d_{w1}$	мм		
Диаметр впадин	$d_{f1}$	мм		
Длина нарезной части	$b_1$	мм		
<b>Параметры червячного колеса</b>				
Число зубьев	$z_2$			
Делительный диаметр	$d_2$	мм		
Диаметр вершин	$d_{a2}$	мм		
Диаметр впадин	$d_{f2}$	мм		
Наибольший диаметр	$d_{am1}$	мм		
Ширина	$b_2$	мм		

Работу выполнил студент \_\_\_\_\_  
 (фамилия и инициалы) (подпись)

Работу принял преподаватель \_\_\_\_\_ “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.  
 (подпись) (дата)