

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 13.03.2023 10:45:42  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668ab7e51e7c4915111eab77e9451641485161e561088

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования



### **ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА**

Методические указания к лабораторной работе № 2  
для студентов направлений 15.03.05 Конструкторско-  
технологическое обеспечение машиностроительных производств,  
23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов очной и заочной форм обучения

Курск 2018

УДК 621.8

Составитель: П.Н. Учаев, А.А. Горохов, М.С. Разумов, О.С. Зубкова

Рецензент

кандидат технических наук, доцент *В.В. Малыхин*

**Изучение конструкции и определение параметров червячного редуктора:** Методические указания к лабораторной работе №2 по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» / Юго-зап. гос. ун-т; Сост.: П.Н. Учаев и др. Курск, 2018. 22 с.: ил. 6, табл. 4, прилож. 2. Библиогр: 17 с.

Содержит основные сведения о зубчатых цилиндрических редукторах. Рассматривается конструкция двухступенчатого редуктора типа Ц2. Указывается порядок выполнения лабораторной работы, правила оформления отчетов и их защиты.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС-3 по направлению подготовки бакалавров направлений 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов очной и заочной форм обучения.

Работа предназначена для студентов направлений 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 14.02.18. Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,3. Уч. - изд. л. 1,2. Тираж 30 экз. Заказ 909. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

*Цель работы* – ознакомление с конструкцией червячного редуктора, с особенностями его разборки и сборки, с регулированием червячного зацепления и зазоров в подшипниках, системой смазывания зацеплений и подшипников; определение основных размеров редуктора, параметров, КПД и нагрузочной способности червячной передачи.

### **1. Правила техники безопасности**

Не выполняйте работу, не ознакомившись с методикой ее проведения и следующими правилами техники безопасности:

1.1. Прежде чем начать какое-либо действие, необходимо убедиться в том, что оно безопасно для окружающих.

1.2. Запрещается использовать в работе неисправные или несоответствующего размера гаечные ключи.

1.3. При разборке редуктора детали и сборочные единицы должны быть уложены так, чтобы не произошло их падение от случайных причин.

1.4. При сборке редуктора не подкладывать пальцы под валы, колесо или крышку редуктора во избежание травмирования.

### **2. Подготовка к выполнению работы**

Для качественного выполнения лабораторной работы студент должен:

- самостоятельно ознакомиться с содержанием настоящих методических указаний и изучить раздел курса, относящийся к конструированию и основам расчета червячных редукторов. Для этого использовать рекомендуемую литературу /1-3/ и контрольные вопросы;
- в тетради для лабораторных работ или на листах формата А4 подготовить бланк отчета в соответствии с приложением Б. При выполнении работы иметь при себе простейшие чертежные (линейка, угольник) и счетные (микрокалькулятор) принадлежности.

### **3. Установка, приборы, инструмент**

Установка представляет собой червячный редуктор. Для его разборки и сборки применяются гаечные ключи разных размеров.

Измерительный инструмент: штангенциркуль, линейка и кронциркуль.

## 4. Общие положения

### 4.1. Типы червячных передач и редукторов

Червячная передача (рис. 1) состоит из червяка *1* (короткого винта с определенным типом резьбы) и червячного колеса *2* с зубьями дугообразной формы, охватывающими часть червяка. Угол скрещивания осей червяка и колеса обычно составляет  $90^\circ$ .

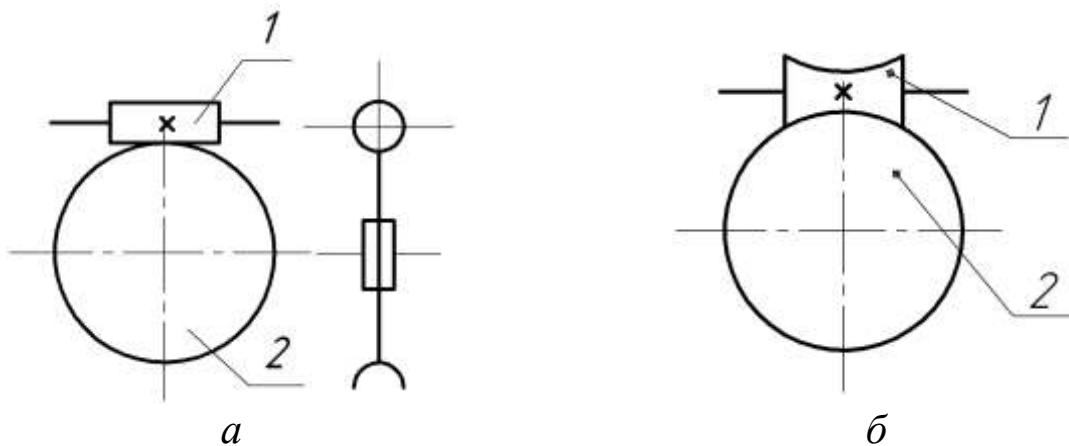


Рис. 1. Червячные передачи:  
*а* – цилиндрическая, *б* – глобоидная;  
*1* – червяк; *2* – червячное колесо.

В зависимости от формы внешней поверхности червяка передачи бывают с цилиндрическим (см. рис. 1, *а*) или глобоидным (см. рис. 1, *б*) червяком, а в зависимости от формы винтовой поверхности резьбы цилиндрического червяка – с архимедовым, конволютным, эвольвентным и другими типами червяков. Червячные передачи с этими червяками имеют условные обозначения *ZA*, *ZN*, *ZI* соответственно.

В машиностроении распространены одноступенчатые червячные передачи с диапазоном передаточных чисел  $u = 8 \dots 63$ . Их основные структурные схемы представлены на рисунке 2.

Редуктор с верхним червяком применяется при окружной скорости  $V_1 > 5$  м/с, а с нижним – при  $V_1 \leq 5$  м/с). Последние две конструкции, из представленных на рисунке 2 применяют в исключительных случаях из-за трудности обеспечения смазывания подшипников вертикальных валов и предотвращения вытекания масла.

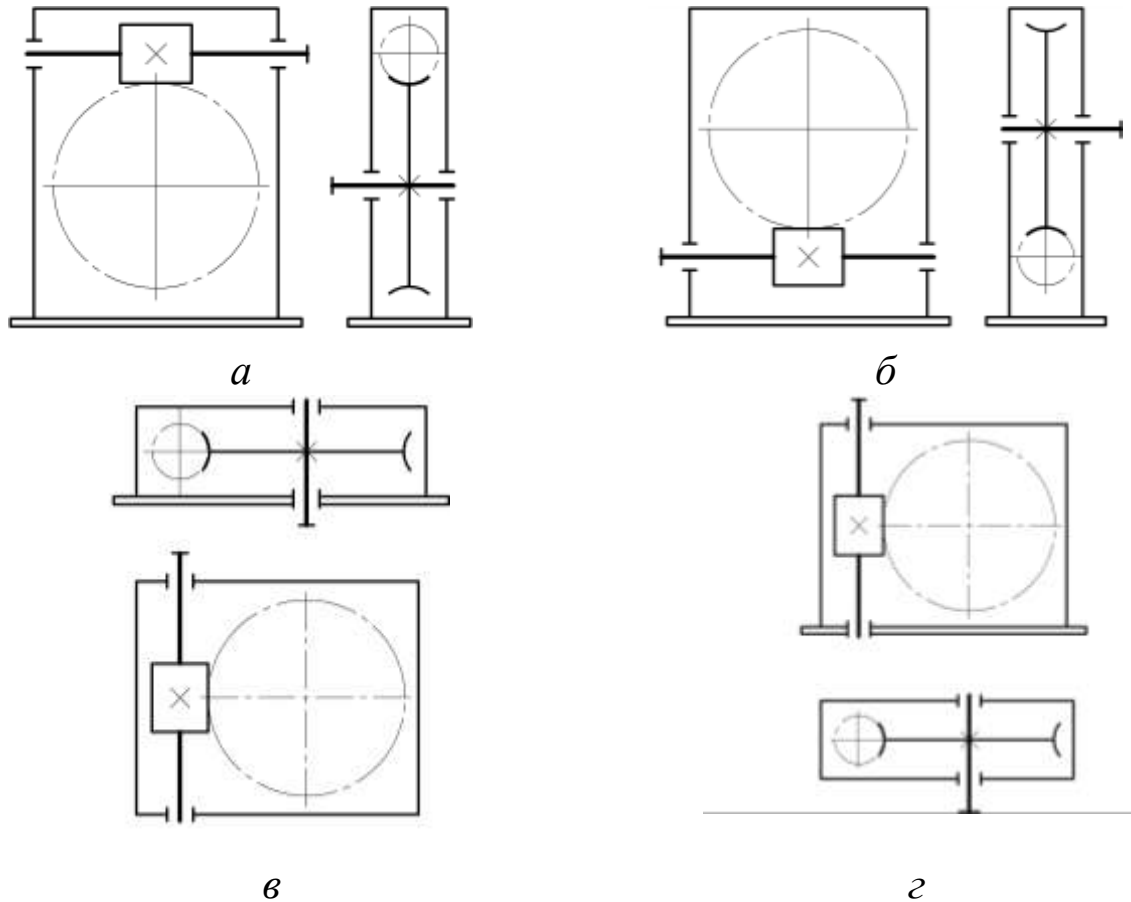


Рис. 2. Структурные схемы червячных одноступенчатых редукторов:  
*а, б* – с верхним и нижним червяками; *в* – с вертикальным валом колеса;  
*г* – с боковым червяком

#### 4.2. Конструкция червячных редукторов

В работе изучается конструкция одного из трех червячных редукторов, отличающихся друг от друга исполнением корпусной детали.

Основные детали червячного редуктора представлены на рисунке 3. Корпус выполнен разъемным, состоящий из основания-корпуса и крышки, причем плоскость разъема расположена по оси вала червячного колеса. Такая конструкция корпусной детали применяется при больших габаритах редукторов (с межосевым расстоянием  $a_w \geq 140 \dots 160$  мм).

Как видно, левая опора вала-червяка является фиксирующей обоих направлений (в ней установлены конические роликоподшипники), а правая – плавающая (в ней использован радиальный шарикоподшипник).

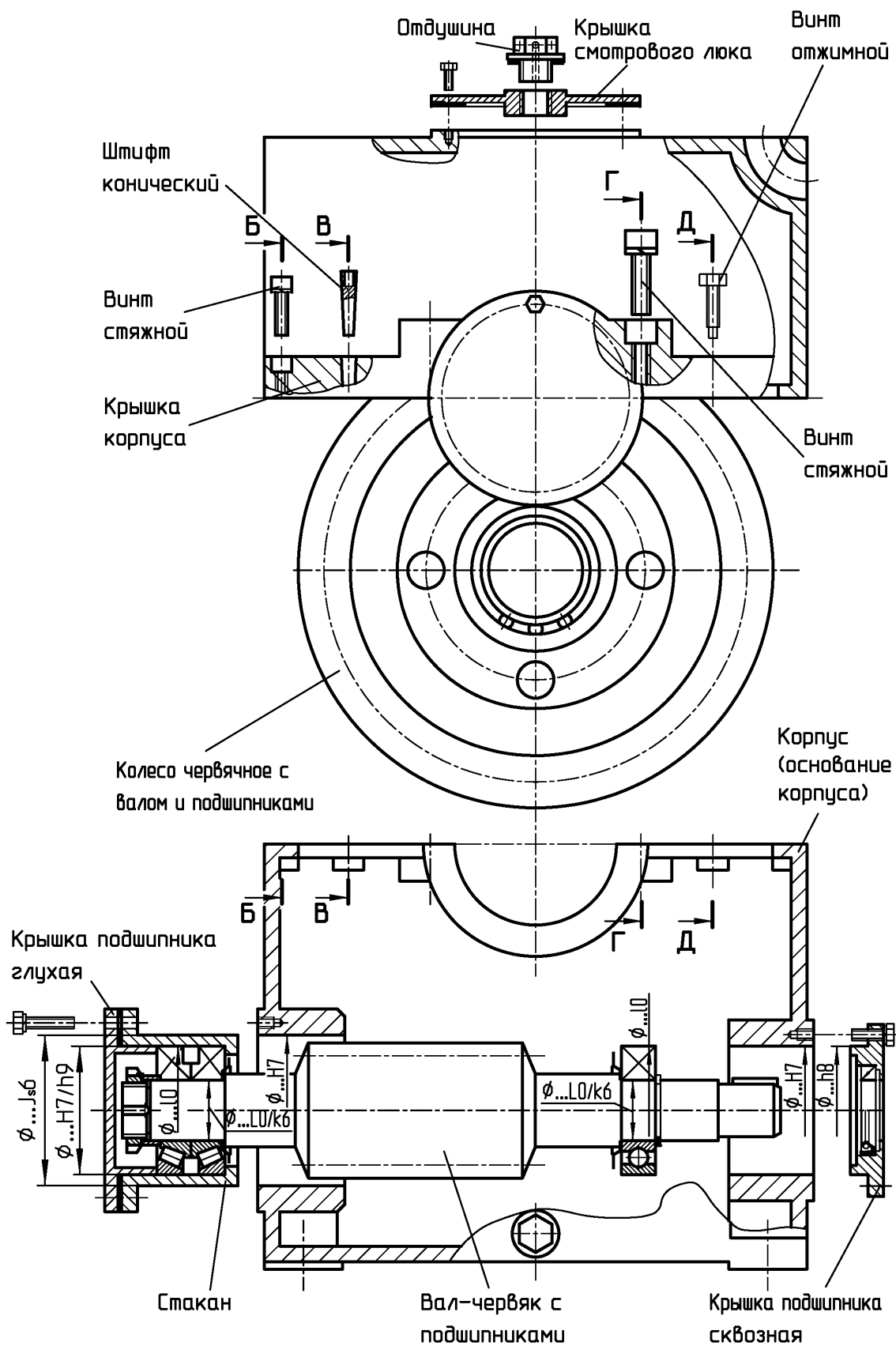


Рис. 3. Конструкция червячного редуктора с разъемным корпусом

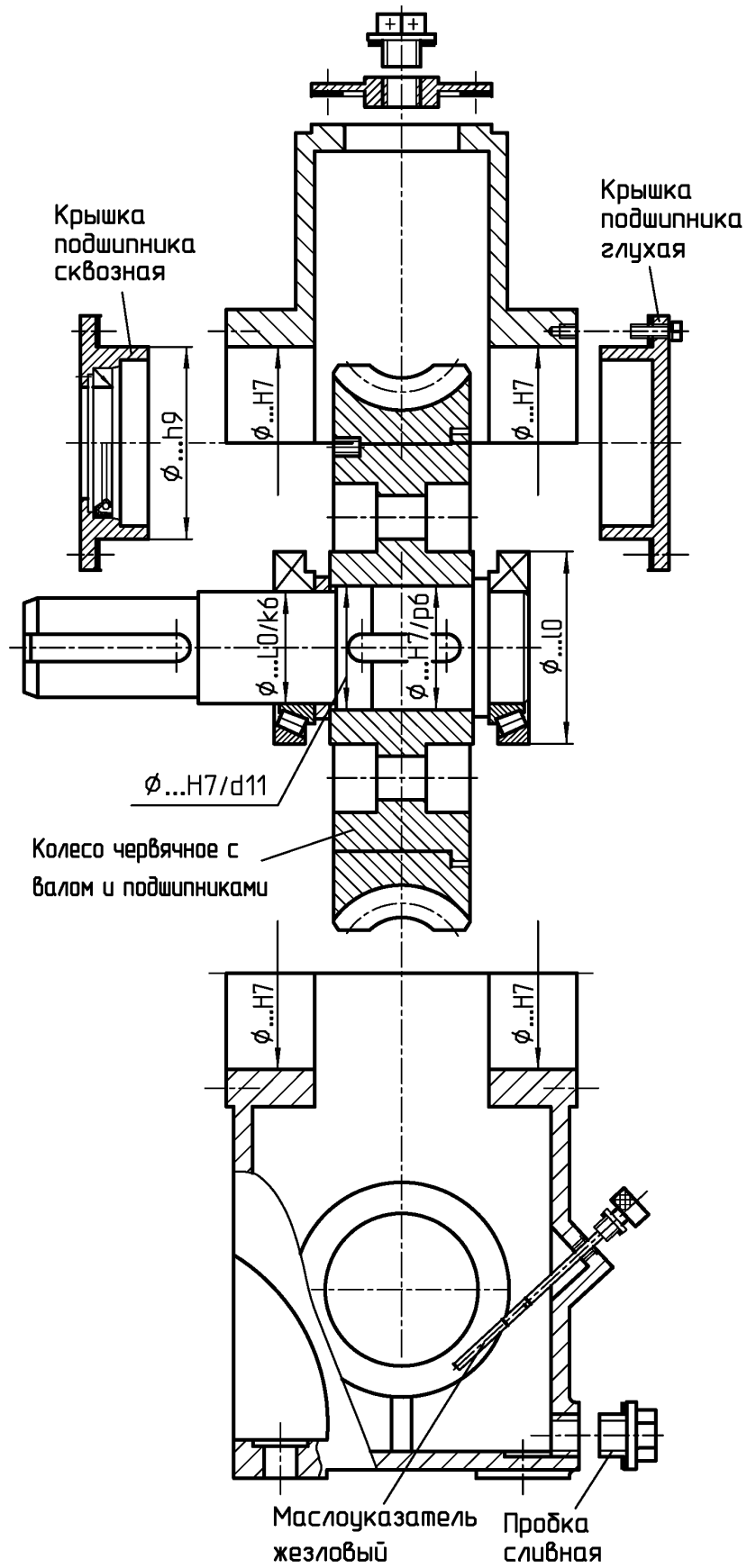


Рис. 3. Продолжение.

При средних габаритах редукторов ( $a_w = 80 \dots 160$  мм) корпус выполняется, как правило, неразъемным с двумя окнами на боковых стенках, через которые вводят при сборке тихоходный вал с посаженными на него червячным колесом и подшипниками, причем для удобства сборки обеспечивается условие  $D_1 > d_{am2}$  на  $2 \dots 5$  мм, где  $D_1$  – диаметр отверстий;  $d_{am2}$  – наибольший диаметр колеса.

Окна закрывают боковыми крышками, которые центрируют по посадке  $H8/j_7$  и крепят к корпусу винтами диаметром  $d = 8 \dots 10$  мм с шагом между ними  $P = 10d$ . Под головки винтов устанавливают пружинные шайбы.

Для обеспечения жесткости крышки выполняются высокими и снабжаются ребрами. Соединение крышек с корпусом уплотняется резиновыми кольцами /2/.

При небольших габаритах редуктора ( $a_w \leq 80$  мм) корпус выполняется неразъемным с проемом в его верхней части для ввода при сборке червячного колеса.

**Конструкция червяков и червячных колес.** В червячном зацеплении преобладает зона, неблагоприятная для гидродинамической смазки (скольжение происходит вдоль контактных линий). Кроме того, начальный контакт искажается в связи с деформацией тела червяка. Поэтому изготовление обоих звеньев червячной пары из твердых материалов по аналогии с зубчатыми колесами не дает положительных результатов, и одно из них (обычно колесо) выполняют из антифрикционного материала.

Червяки выполняют, как правило, заодно с валами из сталей, термически обрабатываемых до высокой твердости, затем они шлифуются и при использовании в редукторах с большими частотами вращения полируются для повышения стойкости червячной пары против заедания.

В целях экономии антифрикционных цветных металлов червячное колесо выполняют с бронзовым или латунным зубчатым венцом и стальным или чугунным центром.

Типовые конструкции валов-червяков и червячных колес приведены в работах /1, 2/.

**Описание конструкции редуктора.** Подробно рассмотрим конструкцию редуктора, представленную на рисунке 4.

Вал-червяк 1 расположен под червячным колесом (бандажиро



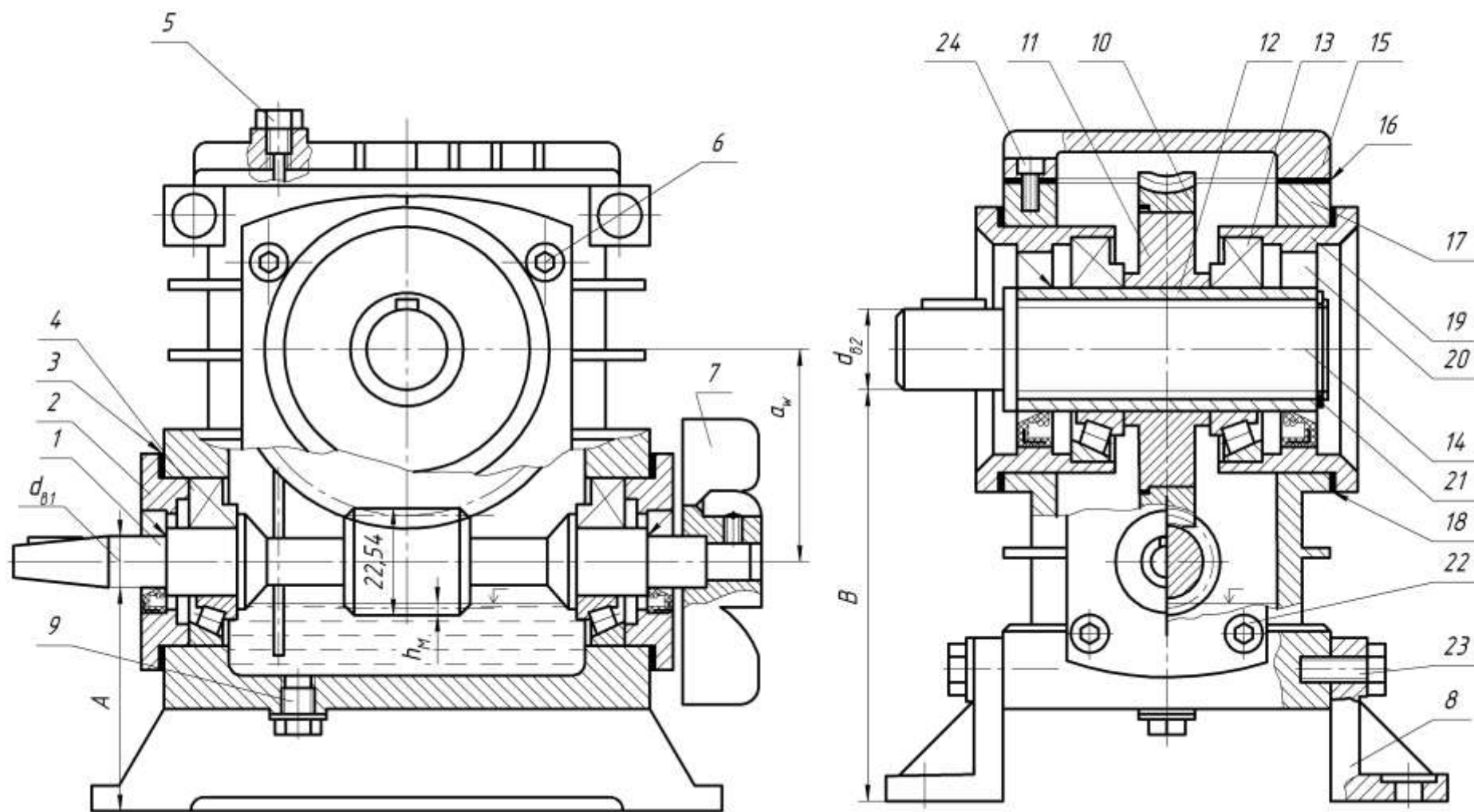


Рис. 4. Конструкция червячного редуктора неразъемным корпусом

ванной конструкции), которое имеет бронзовый венец 10, посаженный на стальной центр 11 с натягом.

На втулку 12, внутри которой выполнено шлицевое отверстие, насаживаются с натягом червячное колесо и конические радиально-упорные подшипники 13. Втулка в сборе надевается на шлицевой вал 14 и фиксируется при помощи пружинного кольца 21. Внутренние кольца подшипников установлены на вал по посадке с натягом, а наружные – в крышках-стаканах 19 по переходной посадке. В крышки посажены манжеты 20, с помощью которых осуществляется контактное уплотнение подвижного соединения сквозные крышки подшипников – вал.

Вал-червяк расположен на конических роликоподшипниках 4 (с установкой "враспор"), которые закрыты крышками 2.

Червяк и червячное колесо находятся в литом корпусе 17, изготовленном из алюминиевого сплава. Для монтажа червячного колеса предусмотрен проем, закрываемый крышкой 15, которая крепится к корпусу при помощи винтов 24 с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ. Между корпусом и крышкой находится уплотнительная прокладка 16. На крышке закреплен жезловый маслоуказатель 5 для контроля уровня масляной ванны в редукторе. Корпус 17 при помощи винтов 23 закреплен на лапах 8. Для слива масла в днище корпуса предусмотрено отверстие, закрываемое запорной пробкой 9.

Между фланцами крышек 19 и 2 и корпусом 17 установлены наборы металлических прокладок 18 и 3, служащие для регулирования подшипников и червячного зацепления. Крепятся крышки 2 и 19 к корпусу 17 при помощи винтов 22 и 6 с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ.

**Смазывание зацепления и подшипников.** В редукторе применено картерное смазывание зацепления, осуществляемое окунанием червяка в масляную ванну, а подшипников – разбрызгиванием. Глубина погружения червяка в масло  $h_M \geq 0,1d_{a1}$  ( $d_{a1}$  - диаметр вершин витков червяка) Охлаждение масла осуществлено за счет искусственного обдува корпуса с помощью вентилятора-крыльчатки 7, закрепленной на конце вала-червяка. Для увеличения площади теплообмена на корпусе редуктора предусмотрены охлаждающие ребра, расположенные горизонтально (вдоль направления потока воздуха от вентилятора 7).

#### 4.4. Геометрические параметры червяка, червячного колеса и червячной передачи

Рассмотрим основные геометрические параметры деталей червячной передачи, используемые в работе.

*Параметры червяка:*

- делительной диаметр

$$d_1 = mq, \quad (1)$$

где  $m$  – осевой модуль (для колеса он является окружным);  $q$  – коэффициент диаметра (полноты) червяка. Стандартные значения  $m$  и  $q$  приведены в таблице А1;

- диаметр вершин

$$d_{a1} = d_1 + 2m; \quad (2)$$

- диаметр впадин

$$d_{f1} = d_1 - 2,4m; \quad (3)$$

- угол подъема винтовой линии на делительном цилиндре

$$\gamma = \arctg(z_1 / q), \quad (4)$$

где  $z_1$  – число заходов (винтовых линий) червяка (см. табл. А1).

*Параметры колеса:*

- делительной диаметр

$$d_2 = mz_2, \quad (5)$$

где  $z_2$  – число зубьев;

- диаметр вершин зубьев

$$d_{a2} = d_2 + 2m; \quad (6)$$

- диаметр впадин

$$d_{f2} = d_2 - 2,4m. \quad (7)$$

Межосевое расстояние червячной передачи со смещением

$$a_w = 0,5m(z_2 + q_1), \quad (8)$$

где

$$q_1 = q + 2x, \quad (9)$$

$x$  – коэффициент смещения червяка (и инструмента)

$$x = (a_{w0} / m) - 0,5(z_2 + q), \quad (10)$$

причем здесь  $a_{w0}$  – межосевое расстояние передачи без смещения (нулевое)

$$a_{w0} = 0,5(z_2 + q).$$

#### 4.5. Кинематика червячной передачи

Для определения направления вращения колеса воспользуемся способом стрелок (рис. 5): траектория любой точки  $m$  винтовой линии проецируется в отрезок  $mm'$  прямой. Отсюда нетрудно видеть, что винтовая линия червяка перемещается справа налево и воздействует на зуб колеса

Передаточное отношение  $u_{12}$  равно передаточному числу  $u$ , т.е.

$$u_{12} = \omega_1 / \omega_2 = z_2 / z_1 = u. \quad (11)$$

Отсюда

$$\omega_2 = \omega_1 / u. \quad (12)$$

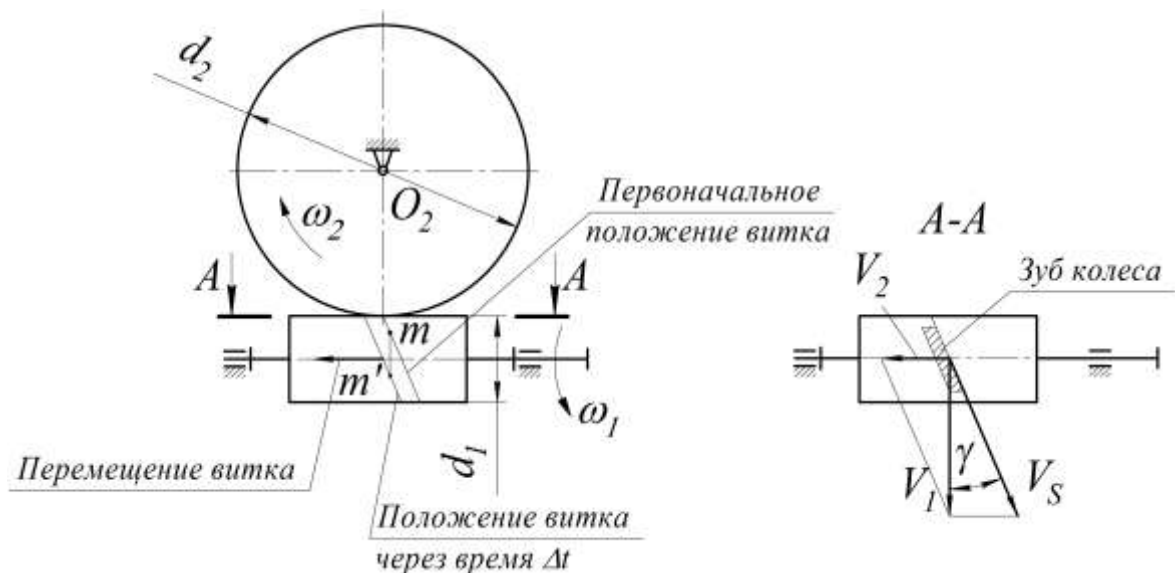


Рис. 5. Кинематика червячной передачи с цилиндрическим червяком

Кроме того, на рисунке 5 показаны скорости:  $V_1$  червяка и  $V_2$  колеса, а также  $V_s$  – скорость скольжения витков червяка по зубьям червяка.

#### 4.6. Силы, действующие в червячном зацеплении

Схема для определения этих сил показана на рисунке 6. Заметим, что на схеме червяк 1 и червячное колесо 2 условно раздвинуты. Из условия равновесия червяка имеем

$$F_{t1} = 2T_1 / d_{w1}. \quad (13)$$

Из аналогичного условия для колеса

$$F_{t2} = 2T_2 / d_2. \quad (14)$$

В соответствии с третьим законом механики

$$|F_{a2}| = |F_{t1}| \quad \text{и} \quad |F_{a1}| = |F_{t2}|. \quad (15)$$

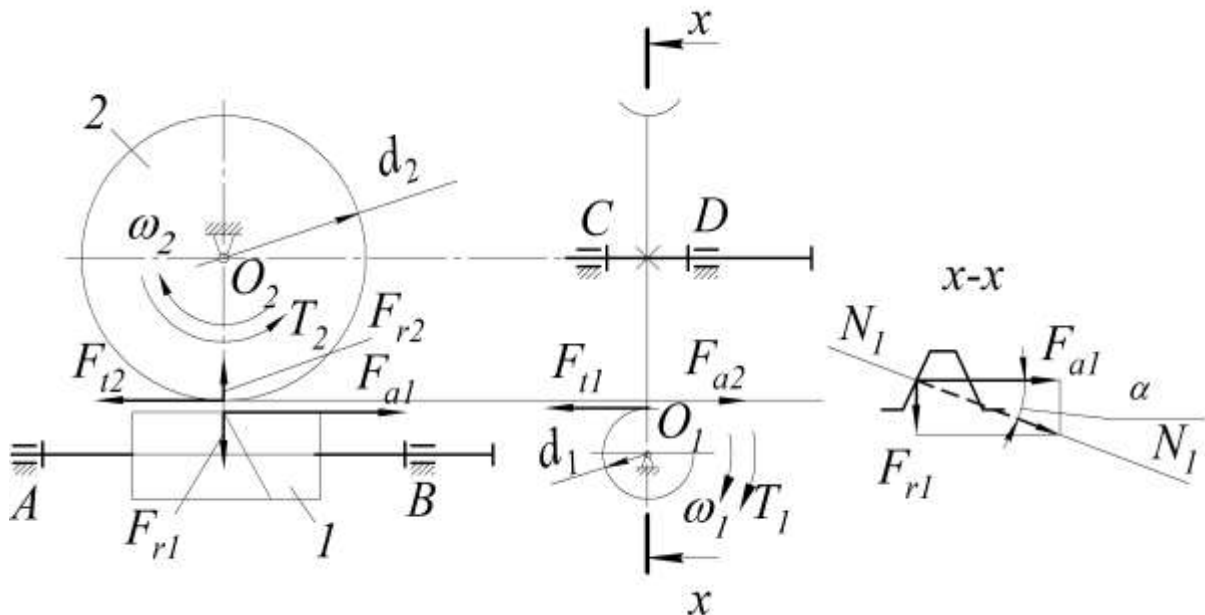


Рис. 6. Схема сил, действующих в червячном зацеплении

Для определения радиальных сил воспользуемся осевым сечением  $x-x$ , в соответствии с которым имеем

$$F_{r1} = F_{a1} \operatorname{tg} \alpha, \quad (16)$$

где  $\alpha$  – угол профиля витка червяка.

Очевидно, что

$$|F_{r2}| = |F_{r1}|. \quad (17)$$

## 5. Порядок выполнения работы

5.1. Замерить штангенциркулем с ножкой размеры  $A$  и  $B$ , а также обычным штангенциркулем диаметры валов  $d_{в1}$  и  $d_{в2}$  (см. рис. 4).

5.2. Отвернуть винты 6 на боковых крышках 19, снять крышки и удалить пружинное кольцо 21 из шлицевого вала 14 и вынуть его. Отвернуть винты 24 крепления крышки 15 и снять последнюю. Через образовавшийся проем вынуть червячное колесо 10 в сборе с втулкой 12 и подшипниками 13.

5.3. Отвернуть винты 22 на крышках 2, снять крышки и вынуть вал-червяк 1 в сборе с подшипниками 4.

5.4. Отвернуть маслоуказатель 5 и пробку 9.

В процессе разборки редуктора необходимо ознакомиться с конструкцией червяка и червячного колеса, выяснить назначение всех его деталей. На основании рисунка 2 определить вариант структурной схемы редуктора, вычертить кинематическую схему с указанием направления вращения червяка и колеса (см. рис. 5), а также схему сил, действующих в зацеплении (см. рис.6). На схемах нанести диаметры делительных (или начальных) окружностей и межосевое расстояние  $a_w$ .

5.5. Определить параметры червячного зацепления

5.5.1. На основании результатов замеров по п.5.1 подсчитать межосевое расстояние

$$a_w = B + 0,5 d_{г2} - (A + 0,5 d_{г1}).$$

Полученное значение  $a_w$  необходимо округлить до ближайшего стандартного (см. табл. А1) (межосевое расстояние может быть и нестандартным).

5.5.2. Измерить:

- осевой шаг  $P_x$ , диаметр вершин витков  $d_{a1}$  и длину нарезанной части  $b_1$  червяка;
- средний диаметр вершин  $d_{a2}$ , наибольший диаметр  $d_{am2}$ , ширину  $b_2$  колеса.

5.5.3. Подсчитать число винтовых линий червяка  $z_1$  и число зубьев колеса  $z_2$ . По формуле (11) определить передаточное число.

5.5.4. Определить осевой модуль

$$m = P_x / \pi \quad (18)$$

и согласно формуле (1) коэффициент диаметра червяка:

$$q = d_1 / m, \quad (19)$$

причем делительный диаметр червяка

$$d_1 = d_{a1} - 2m. \quad (20)$$

Расчетные значения  $m$  и  $q$  округлить до ближайших стандартных (см. табл. А1).

5.5.5. Определить:

- диаметр впадин червяка – см. формулу (3);
- делительный диаметр червячного колеса – см. формулу (5);
- диаметр впадин червячного колеса – см. формулу (7).

5.5.6. Найти угол подъема винтовой линии витка на делительном цилиндре по формуле (4).

5.5.7. По формуле (10) определить коэффициент смещения червяка (и инструмента).

Результаты замеров и расчетов занести в таблицу А2.

## 6. Сборка редуктора

6.1. Установить в корпус 17 вал-червяк 1 в сборе с подшипниками 4 и надеть крышки 2 (см. рис. 4).

6.2. Прижимая крышки рукой и закрепив их двумя винтами 22 по диагонали, определить зазор  $\delta$  между фланцами и корпусом 17.

6.3. Из набора подобрать кольцевые регулировочные прокладки 3 так, чтобы в сумме они составляли толщину  $\delta_{\Sigma} = \delta + 0,1$  мм.

6.4. Разделить прокладки на две, приблизительно равные части  $\delta_1$  и  $\delta_2$ , и поставить под боковые крышки 2. При этом вал-червяк 1 не должен иметь осевого зазора («люфта») в подшипниках) и в то же время должен свободно проворачиваться рукой. В противном случае следует уменьшить или увеличить  $\delta_1$  и  $\delta_2$ .

6.5. Установить на шлицевой вал 14 втулку 12 с подшипниками 13 и червячным колесом 10 через проем в корпусе 17. Зафиксировать втулку при помощи пружинного кольца 21.

6.6. Установить в корпус 17 крышки-стакана 19 и закрепить их двумя винтами 6 по диагонали. Определить зазор между крышками

19 и корпусом 17. Порядок регулирования подшипников 13 при помощи металлических прокладок 18 тот же, что и подшипников вала червяка 1.

6.7. Установить на место маслоуказатель 5 и пробку 19.

## 7. Оценка нагрузочной способности и КПД редуктора

7.1. Номинальный вращающий момент на валу колеса из условия обеспечения сопротивления контактной усталости (или стойкости против заедания):

$$T_2 = 61^{-3} a_w^3 [\sigma_H]^2, \quad (21)$$

где  $a_w$  – межосевое расстояние, мм;  $[\sigma_H]$  – допускаемое контактное напряжение для рабочих поверхностей зубьев, МПа (табл. А3);  $T_2$ , Н·м.

Мощность на тихоходном валу

$$P_2 = 10^{-6} T_2 \omega_2, \quad (22)$$

$$\omega_2 = \omega_1 / u,$$

где  $\omega_2$  – угловая скорость вала колеса.

Результаты расчетов по формулам (21) и (22) внести в таблицу А2.

## 9.2. КПД в червячном зацеплении

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \rho')}, \quad (23)$$

где  $\rho'$  – приведенный угол трения (табл. А4) в зависимости от скорости скольжения, оцениваемой по приближенной зависимости

$$V_s \approx 5 \cdot 10^{-4} \omega_1 d_1, \quad (24)$$

где  $d_1$ , мм;  $V_s$ , м·с<sup>-1</sup>.

## 8. Выводы

Необходимо сделать выводы, анализируя величины  $u$  и  $\eta$ .

## 9. Отчет по лабораторной работе.

Данный отчет следует представить по форме, указанной в приложении Б.



## Контрольные вопросы

1. Назначение червячного редуктора.
2. Назначение корпуса, валов, подшипников, прокладок и других деталей редуктора.
3. Из каких материалов изготавливают червяки и детали червячных колес?
4. Как определяется число заходов червяка?
5. Как производится регулировка подшипников?
6. От чего зависит направление вращения колеса?
7. Каков способ смазывания зацепления и подшипников?
8. Преимущества и недостатки червячной передачи по сравнению с зубчатой.
9. Назначение уплотняющих устройств.
10. Назовите места потери мощности в червячном редукторе.
11. Какие силы возникают в червячном зацеплении? Объясните их направление.
12. Какой из подшипников воспринимает осевую силу?
13. Какие деформации испытывают валы в указанных преподавателем сечениях?

## Библиографический список

1. Современное машиностроение. Ч. 5. Основы машиноведения. Конструкция, параметры и основы конструирования. Кн. 2. Типовые изделия машиностроения: атлас / П.Н. Учаев, С.Г. Емельянов, И.С. Захаров [и др.]; под общ. ред. П.Н. Учаева. - М.: Высш. шк., 2006.
2. Современное машиностроение. Ч. 5. Основы машиноведения. Конструкция, параметры и основы конструирования. Кн. 4. Редукторы и мотор-редукторы: атлас / П.Н. Учаев, С.Г. Емельянов, И.С. Захаров [и др.]; под общ. ред. П.Н. Учаева. - М.: Высш. шк., 2006.
3. Решетов, Д.Н. Детали машин/ Д.Н. Решетов. Изд. 4-е. - М.: Машиностроение, 1989.

## Приложение А

Таблица А1. Передачи червячные цилиндрические.  
Основные параметры по ГОСТ 2144

Модуль	$m$ , мм	2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3
Коэффициент диаметра червяка	$q$	7,1; 8; 10; 12,5; 16; 20
Число заходов червяка	$z_1$	1; 2; 4
Межосевое расстояние	$a_w$ , мм	40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250 140* ; 180* ; 225* ;

\* Из второго ряда, нормируемого стандартом

Таблица А2. Характеристика зацепления

Определяемые параметры			Способ получения
Наименование	Обозначение	Значение	
Межосевое расстояние	$a_w$ , мм		Измерено
Осевой расчетный шаг червяка	$P_x$ , мм		
Диаметр вершин червяка	$d_{a1}$ , мм		
Длина нарезной части червяка	$b_1$ , мм		
Диаметр вершин в среднем сечении колеса	$d_{a2}$ , мм		
Наибольший диаметр колеса	$d_{am2}$ , мм		
Ширина колеса	$b_2$ , мм		
Число заходов червяка	$z_1$		
Число зубьев колеса	$z_2$		
Передаточное число	$u$		
Осевой модуль червяка	$m$ , мм		

Окончание табл. А2.

Определяемые параметры			Способ получения
Наименование	Обозначение	Значение	
Делительный диаметр червяка	$d_1$ , мм		Вычислено
Коэффициент диаметра червяка (см. табл. А1)	$q$		
Диаметр впадин червяка	$d_{f1}$		
Делительный диаметр червячного колеса	$d_2$ , мм		
Диаметр впадин червячного колеса	$d_{f2}$ , мм		
Угол подъема винтовой линии червяка	$\gamma$ , град		
Направление винтовой линии	–		
Коэффициент смещения инструмента	$x$		
Вращающий момент на валу колеса при угловой скорости вала-червяка: $\omega_1=100$ рад/с; $\omega_2=150$ рад/с	$T_2$ , Н·м		
Мощность, кВт, на валу колеса при угловой скорости вала-червяка: $\omega_1=100$ рад/с; $\omega_2=150$ рад/с	$P_2$		
КПД, %, в червячном зацеплении: $\omega_1=100$ рад/с; $\omega_2=150$ рад/с	$\eta$		

Таблица А3. Значение  $[\sigma_H]$ , МПа, для безоловянных бронз

Материал		Скорость скольжения $V_s$ , м·с <sup>-1</sup>						
червячного колеса	червяка	0,5	1	2	3	4	6	8
	Закаленная сталь	220	215	210	205	200	190	180

Таблица А4. Зависимость приведенного угла трения  $\rho'$  от  $V_s$ 

$V_s$ , м·с <sup>-1</sup>	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	7,0
$\rho'$ , град.	3 <sup>0</sup> 40'	2 <sup>0</sup> 50'	2 <sup>0</sup> 50'	2 <sup>0</sup> 30'	2 <sup>0</sup> 20'	2 <sup>0</sup>	1 <sup>0</sup> 40'	1 <sup>0</sup> 30'

## Приложение Б

### Отчет о лабораторной работе № 2

Изучение конструкции и определение параметров червячного редуктора

1. Цель работы

2. Схема редуктора

3. Характеристика зацепления (см. табл. А2)

4. Кинематика червячной передачи (см. рис. 5)

5. Силы, действующие в червячном зацеплении (см. рис. 6)

#### Выводы

Работу выполнил \_\_\_\_\_  
(подпись студента)

Работу принял \_\_\_\_\_  
(подпись преподавателя)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_ г.