

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»  
(ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

**А.У. Ибрагимов**  
**А.А. Колупаев**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к лабораторной работе № 1  
**«Изучение конструкции зубчатого цилиндрического редуктора»**

Рекомендовано учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени  
М.Т. Калашникова» для использования в учебном процессе в качестве  
элемента ЭУМКД для студентов, обучающихся по всем направлениям и специальностям  
при изучении дисциплин «Детали машин», «Основы машиноведения», «Машиноведение»,  
«Детали машин и основы конструирования»

Ижевск, 2013

УДК 621.817

Составители: А.У. Ибрагимов, к.т.н., доцент кафедры «УК»,  
А.А. Колупаев, к.т.н., доцент кафедры «УК»

Рецензент: Зинченко С.А, к.т.н., начальник лаборатории металловедения  
и термообработки ОАО «Ижсталь»

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 1 «Изучение  
конструкции зубчатого цилиндрического редуктора» / Составитель Ибраги-  
мов А.У., Колупаев А.А. Ижевск, ИжГТУ, 2013 г. - 16 с.

Методические указания к выполнению лабораторной работы «Изучение  
конструкции зубчатого цилиндрического редуктора», содержат рекоменда-  
ции и указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам: «Де-  
тали машин», «Основы машиноведения», «Машиноведение», «Детали машин  
и основы конструирования».

## Содержание

1. Общие сведения о редукторах и цели работы.....	4
2. Оборудование.....	5
3. Знакомство с конструкцией.....	5
4. Измерение размеров.....	6
5. Расчеты параметров по замерам.....	6
6. Определение мощности на деталях передач.....	8
7. Определение частот вращения валов.....	9
8. Определение крутящих моментов на валах.....	9
9. Определение усилий в передачах.....	9
10. Определение окружных скоростей в передачах.....	10
11. Эскизирование вала редуктора.....	10
12. Составление отчета.....	10
Список использованных источников.....	11
Приложение 1.....	12
Приложение 2.....	12
Приложение 3.....	13
Приложение 4.....	14
Приложение 5.....	15
Приложение 6.....	16
Приложение 7.....	16

# 1. Общие сведения о редукторах и цели работы

## 1.1 Общие сведения о редукторах

Редуктором называется устройство, предназначенное для уменьшения частоты вращения и соответствующего увеличения крутящего момента. Конструктивно редуктор выполняется в виде корпуса, в котором размещаются одна или несколько передач зацеплением с постоянным передаточным числом (отношением) на валах с подшипниковыми опорами.

Редуктор общемашиностроительного применения – редуктор, выполненный в виде самостоятельного агрегата, предназначенный для привода различных машин и механизмов и удовлетворяющий комплексу технических требований, общему для большинства случаев применения без учета каких-либо специфических требований, характерных для отдельных областей применения.

Редукторы общемашиностроительного применения, несмотря на конструктивные различия, близки по основным технико-экономическим характеристикам: невысокие окружные скорости, средние требования к надежности, точности и металлоемкости при повышенных требованиях по трудоемкости изготовления и себестоимости. Это их отличает от специальных редукторов (авиационных, судовых, автомобильных и др.) - редукторов, выполненных с учетом специфических требований, характерных для отдельных видов техники.

В соответствии с ГОСТ 29076-91 редукторы и мотор-редукторы общемашиностроительного применения классифицируют в зависимости от:

- вида применяемых передач, числа ступеней и взаимного расположения осей входного и выходного валов (параллельное, соосное, пересекающееся, скрещивающееся);
- взаимного расположения геометрических осей входного и выходного валов в пространстве (горизонтальное и вертикальное);
- способа крепления редуктора (на приставных лапах или на плите, фланец со стороны входного/выходного вала насадкой);
- расположения оси выходного вала относительно плоскости основания и оси входного вала (боковое, нижнее, верхнее) и числа входных и выходных концов валов.

Цифровое условное обозначение по ГОСТ 2037-94 варианта сборки редуктора и мотор-редуктора характеризует взаимное расположение выходных концов валов, их количество и должно входить в условное обозначение изделия.

Общие технические условия регламентированы: для редукторов общемашиностроительных применения – ГОСТ Р 50891-96; для мотор-редукторов – ГОСТ Р 50968-96.

Важнейший характеристический размер, в основном определяющий нагрузочную способность, габариты и массу редуктора называют главным параметром редуктора. Главный параметр цилиндрических, червячных и глобоидных редукторов – межосевое расстояние  $a_w$  тихоходной ступени.

Основная энергетическая характеристика редуктора – номинальный момент  $T_{ном}$ , представляющий собой допустимый вращающий момент на его тихоходном (ведомом) валу при постоянной нагрузке.

ГОСТ Р 50891-96 регламентирует номинальную радиальную консольную нагрузку в Н, приложенную к середине посадочной поверхности выходного конца вала редуктора, не менее:

- на тихоходном валу цилиндрического одноступенчатого редуктора  $125 = \sqrt{T}$  и для двухступенчатого 250 ;

- на быстроходном валу 50 ... 125 для всех типов редукторов.

В стандарте устанавливается также 90% ресурс работы редукторов:

- для цилиндрических 25000 ч;

- для червячных 10000 ч.

Для подшипников 90% ресурс при постоянной нагрузке составляет 50% от ресурса редуктора.

## 1.2 Цели работы

Основной целью работы является изучение конструкции зубчатого двухступенчатого редуктора:

- устройство корпуса редуктора;
- изучение системы заливки и контроля уровня смазки;
- изучение конструкции валов редуктора, их крепления и регулировки в корпусе редуктора;
- знакомство с зубчатыми цилиндрическими передачами и определение деталей последовательно передающих энергию и воспринимающих окружные, осевые и радиальные нагрузки;
- освоение способов замера расчетных геометрических размеров передач;
- освоение метода расчета основных параметров зацепления;
- овладение знаниями формул расчета геометрических, кинематических, энергетических и силовых параметров цилиндрических зубчатых передач;
- владение навыками эскизирования валов редуктора в сборе с опорными подшипниками и насаженными на них зубчатыми колёсами (для промежуточного и выходного вала).

## 2. Оборудование

2.1. Двухступенчатый цилиндрический редуктор с косозубыми колесами с развернутой схемой расположения валов.

2.2. Измерительный инструмент: штангенциркуль, линейка.

## Порядок проведения работы

### 3. Знакомство с конструкцией

3.1. Снять крышку редуктора и ознакомиться с деталями, расположенными внутри корпуса.

3.2. Определить, какой вал является быстроходным, какой вал является тихоходным, какой вал является промежуточным.

3.3. Определить, какая зубчатая пара является быстроходной, какая зубчатая пара является тихоходной.

3.4. Определить для каждой передачи, какое зубчатое колесо является шестерней, какое – колесом.

3.5. Установить, в каком направлении, и какими деталями воспринимаются нагрузки и передается энергия (крутящий момент).

Полученную информацию оформить в виде кинематической схемы, показанной на рисунке 1.

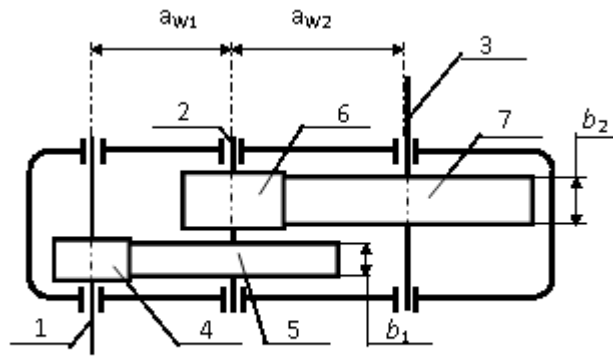


Рисунок 1. Кинематическая схема двухступенчатого цилиндрического редуктора:  
 1 – вал быстроходный; 2 – вал промежуточный; 3 – вал тихоходный; 4 – шестерня быстроходной передачи ( $Z_1$ ); 5 – зубчатое колесо быстроходной передачи ( $Z_2$ ); 6 – шестерня тихоходной передачи ( $Z_3$ ); 7 – зубчатое колесо тихоходной передачи ( $Z_4$ ).

Схему нарисовать в разделе 1 отчета.

#### 4. Измерение размеров

4.1. Определить межосевые расстояния передач  $a_w$  путем косвенных измерений размеров корпуса (Приложение 2, рисунок П2.1). Рассчитанные по результатам измерений межосевые расстояния согласовать со стандартом (Приложение 1, таблица 1.1) и занести в таблицу 3.1 (Приложение 3).

4.2. Сосчитать числа зубьев шестерен  $Z_1$  и колес  $Z_2$  быстроходной и тихоходной пар и занести таблицу 3.1.

4.3. Измерить наружные диаметры колес быстроходной  $d_{a1}$  и тихоходной  $d_{a2}$  пары и занести в таблицу 3.1.

4.4. Измерить ширину колес  $b_w$  быстроходной и тихоходной пары и занести в таблицу 3.1.

#### 5. Расчеты параметров по замерам

В первом приближении при проведении расчетов будем считать, что передачи выполнены без смещения инструмента. Расчеты провести для первой и второй передачи редуктора.

5.1. Передаточное число каждой передачи

$$U_1 = \frac{Z_2}{Z_1}; \quad U_2 = \frac{Z_4}{Z_3}. \quad (1)$$

5.2. Общее передаточное число редуктора

$$U_{\text{общ}} = U_1 U_2. \quad (2)$$

5.3. Диаметр начальной и делительной окружности шестерни и колеса

$$d_{w1} = d_1 = \frac{2a_{w1}}{U_1 + 1}; \quad d_{w3} = d_3 = \frac{2a_{w2}}{U_2 + 1}; \quad (3)$$

$$d_{w2} = d_2 = d_{w1} U_1; \quad d_{w4} = d_4 = d_{w3} U_2. \quad (4)$$

5.4. Торцевой модуль зацепления находят по формуле:

$$m_{t1} = \frac{2a_{w1}}{Z_1 + Z_2}; \quad m_{t2} = \frac{2a_{w2}}{Z_3 + Z_4} \quad (5)$$

5.5. По торцевому модулю определяется нормальный модуль.

$$m_{n1} = \text{Cos}(\beta_1) \cdot m_{t1}; \quad m_{n2} = \text{Cos}(\beta_2) \cdot m_{t2}.$$

Из ГОСТ 9563 - 60 (Приложение 1, таблица 1.2) выбирается ближайшее меньшее значение. Это и будет нормальный модуль  $m_n$ .

Уточняется значение угла наклона зуба на делительной окружности

$$\beta_1^* = \arccos \frac{m_{n1}}{m_{t1}}; \quad \beta_2^* = \arccos \frac{m_{n2}}{m_{t2}} \quad (6)$$

5.6. Диаметр вершин зубьев шестерни и колеса

$$d_{a1} = d_1 + 2m_{n1}; \quad d_{a3} = d_3 + 2m_{n2}; \quad (7)$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m_{n1}; \quad d_{a4} = d_4 + 2m_{n2}. \quad (8)$$

5.7. Диаметр впадин зубьев шестерни и колеса

$$d_{f1} = d_1 - 2,5m_{n1}; \quad d_{f3} = d_3 - 2,5m_{n2}; \quad (9)$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5m_{n1}; \quad d_{f4} = d_4 - 2,5m_{n2}. \quad (10)$$

5.8. Высота зуба

$$h_1 = 2,25m_{n1}; \quad h_2 = 2,25m_{n2} \quad (11)$$

5.9. Коэффициент ширины колеса

$$\Psi_{a1} = \frac{b_{w1}}{a_{w1}}; \quad \Psi_{a2} = \frac{b_{w2}}{a_{w2}}.$$

(12)

Вычисленную величину согласовать со стандартом (Приложение 1, таблица 1.3).

**Все рассчитанные размеры для быстроходной и тихоходной ступени занести в «Таблицу 1» отчета (приложение 3).**

Для расчетов по следующим пунктам следует получить у преподавателя индивидуальное задание (Приложение 7).

## 6. Определение мощности на деталях передач (рисунок 2) [2]

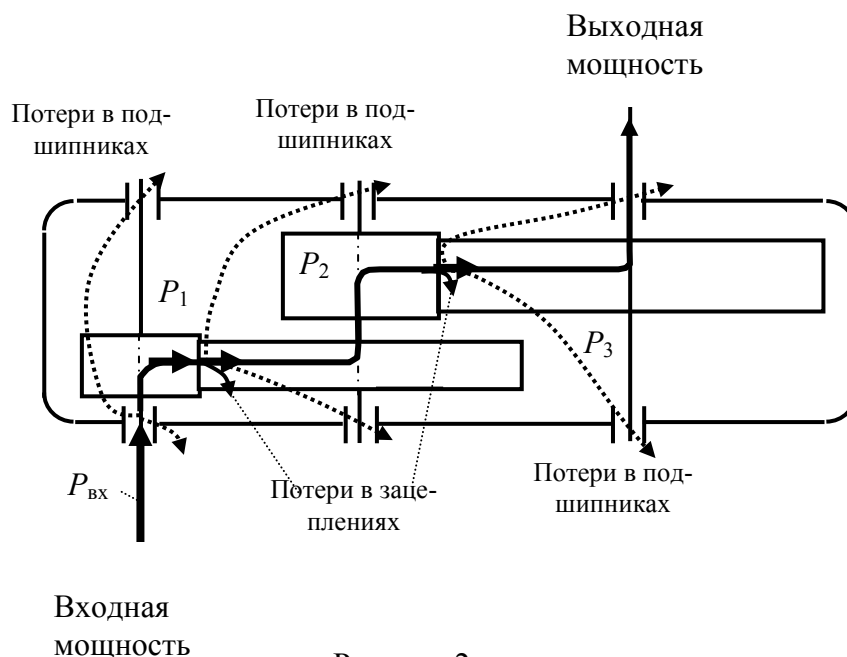


Рисунок 2

На рисунке 2 показаны потоки мощности, которые последовательно передаются от входного вала к выходному с ответвлением части мощности на преодоление сопротивлений в подшипниках и зацеплениях.

### 6.1. Определение мощности на быстроходном валу

Поток мощности  $P_{вх}$  подведен к входному валу, на котором он разветвляется: бóльшая ее часть  $P_1$  передается на шестерню быстроходной передачи, меньшая (0,5...1,0%) – на преодоление сопротивлений в подшипниках быстроходного вала. Таким образом, мощность, под действием которой находится быстроходный вал, подведенная к шестерне быстроходной передачи

$$P_1 = P_{вх} \eta_{п}, \quad (13)$$

где  $\eta$  – КПД подшипников для каждого вала редуктора можно принять в пределах 0,995...0,99.

### 6.2. Определение мощности на промежуточном валу

С шестерни быстроходной передачи мощность  $P_1$  разветвляется: бóльшая ее часть передается на колесо быстроходной передачи, меньшая (2,0...3,0%) – на преодоление сил трения в быстроходном зацеплении и (0,5...1,0%) – на преодоление сопротивлений в подшипниках промежуточного вала. Таким образом, весь блок промежуточного вала будет нагружен мощностью  $P_2$ .

$$P_2 = P_1 \eta_1 \eta_{п}, \quad (14)$$

где  $\eta_1$  – КПД быстроходного зацепления, принять 0,98;  
 $\eta_{п}$  – КПД пары подшипников промежуточного вала.

### 6.3. Определение мощности на тихоходном валу

С шестерни тихоходной пары мощность  $P_2$  разветвляется: бóльшая ее часть передается на колесо тихоходной передачи, меньшая (2,0...3,0%) – на преодоление сил трения в тихоходном зацеплении и (0,5...1,0%) – на преодоление сопротивлений в подшипниках тихоходного вала. Таким образом, весь блок тихоходного вала будет нагружен мощностью  $P_3$ .

$$P_3 = P_2 \eta_2 \eta_{п}, \quad (15)$$

где  $\eta_2$  – КПД тихоходного зацепления, принять 0,98,  
 $\eta_{п}$  – КПД подшипников тихоходного вала.

КПД подшипников примем ближе к среднему  $\eta_n = 0,993$ .

Таким образом, общий КПД редуктора

$$\eta_{ред} = \eta_n \cdot \eta_1 \cdot \eta_n \cdot \eta_2 \cdot \eta_n = 0,993 \cdot 0,98 \cdot 0,993 \cdot 0,98 \cdot 0,993 \approx 0,94.$$

Для удобства расчета в курсовом проекте КПД зубчатых пар следует принимать с учетом потерь в подшипниках равным 0,97.

$$\text{Тогда } \eta_{ред} = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,97 \cdot 0,97 \approx 0,94; \quad P \approx P_{вх}.$$

Мощность выходного вала  $P_{вых}$  можно определить через мощность входного вала

$$P_{вых} = P_3 = P_{вх} \eta_{ред}. \quad (16)$$

## 7. Определение частот вращения валов

7.1. Частота вращения промежуточного вала

$$n_2 = \frac{n_1}{U_1}, \quad (17)$$

где  $n_1$  – частота вращения входного (быстроходного) вала, об/мин,  
 $U_1$  – передаточное число быстроходной передачи.

7.2. Частота вращения выходного (тихоходного) вала

$$n_3 = \frac{n_2}{U_2}, \quad (18)$$

где  $n_2$  – частота вращения промежуточного вала, об/мин,  
 $U_2$  – передаточное число тихоходной передачи.

## 8. Определение крутящих моментов на валах

8.1. Крутящий момент на входном валу

$$T_1 = 9550 \frac{P [\text{кВт}]}{n_1 [\text{об/мин}]} \text{ Нм}. \quad (19)$$

8.2. Крутящий момент на промежуточном валу

$$T_2 = 9550 \frac{P_2 [\text{кВт}]}{n_2 [\text{об/мин}]} \text{ Нм}, \quad (20)$$

или

$$T_2 = T_1 U_1 \cdot \eta_1 \text{ Нм}. \quad (21)$$

8.3. Крутящий момент на тихоходном валу

$$T_3 = 9550 \frac{P_3 [\text{кВт}]}{n_3 [\text{об/мин}]} \text{ Нм}, \quad (22)$$

или

$$T_3 = T_2 U_2 \cdot \eta_2 \text{ Нм}. \quad (23)$$

## 9. Определение усилий в передачах

9.1 Окружное усилие быстроходной (тихоходной) передачи

$$F_{t1} = \frac{2T_1 \cdot 10^3}{d_1}; \quad F_{t2} = \frac{2T_2 \cdot 10^3}{d_2}, \quad (24)$$

где  $T_{1(2)}$  – момент на шестерне быстроходной (тихоходной) передачи, Нм;

$d_{1(2)}$  – делительный диаметр шестерни быстроходной (тихоходной) передачи., мм.

9.2 Осевое усилие быстроходной (тихоходной) передачи

$$F_{A1} = F_{t1} \operatorname{tg} \beta_1^*; \quad F_{A2} = F_{t2} \operatorname{tg} \beta_2^*, \quad (25)$$

где  $\beta^*$  – угол наклона зуба быстроходной (тихоходной) передачи, градусы;

9.3 Радиальное усилие быстроходной (тихоходной) передачи

$$F_{R1} = F_{t1} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta_1^*}; \quad F_{R1(2)} = F_{t2} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta_2^*}, \quad (26)$$

где  $\alpha$  – угол зацепления, равный  $20^\circ$ .

## 10. Определение окружных скоростей в передачах

Окружная скорость быстроходной (тихоходной) передачи

$$V_{t1} = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 10^3}; \quad V_{t2} = \frac{\pi d_2 n_2}{60 \cdot 10^3} \text{ м/с}, \quad (27)$$

где  $n$  – частота вращения вала шестерни быстроходной (тихоходной) передачи, об/мин,

$d$  – диаметр делительной окружности шестерни быстроходной (тихоходной) передачи, мм.

Все рассчитанные параметры в пунктах 6...10 занести в «Таблицу 4.1» (Приложение 4).

## 11. Составление отчета.

Составить отчет по лабораторной работе в соответствии с приложениями 5 и 6.

### Вопросы к защите лабораторной работы

1. Как измерить межосевое расстояние?
2. Как получить формулу для определения нормального модуля зацепления?
3. Как определить нормальный модуль по замерам размеров редуктора?
4. Как получить формулу для определения угла наклона зуба?
5. Как определить угол наклона зуба по замерам размеров редуктора?
6. Как определить передаточное число передач и редуктора?
7. Как определяются диаметральные размеры зубчатых колес?
8. Как распределяются потоки мощности в редукторе?
9. Как определить мощность на валах редуктора?
10. Как определить крутящие моменты на всех валах?
11. Как определить частоту вращения каждого вала?
12. Как определить усилия, действующие в передаче?
13. Как определить окружную скорость передачи?
14. Какие параметры редуктора согласуются со стандартом?

### Список использованных источников

1. Ибрагимов А.У., Голубков Н.С. Механические передачи и их расчет. – Ижевск, электронный учебник, 2007г. – 52,627 Мб.
2. Смелягин А.И. Структура механизмов и машин: учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2006г, 304с.
3. Чурнилевский Д.М. детали машин и основы конструирования. – М.: машиностроение, 2006г.. 656с.
4. Иванов М.Н., Финогенов В.А. Детали машин. – М. Высшая школа. 2010г., 408с.
5. Мушик Э., Мюллер П. методы принятия технических решений: пер. с немецкого. – М.: Мир, 1990. – 208.
6. ГОСТ Р 50891-96. Редукторы общемашиностроительного применения. Общие технические условия.

## Приложение 1

Межосевое расстояние цилиндрических редукторных передач  
(по ГОСТ 2185-66).

Таблица 1.1

1 ряд	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
2 ряд							140	180	225	280

Модуль нормальный цилиндрических редукторных передач  
(по ГОСТ 9563-80)

Таблица 1.2

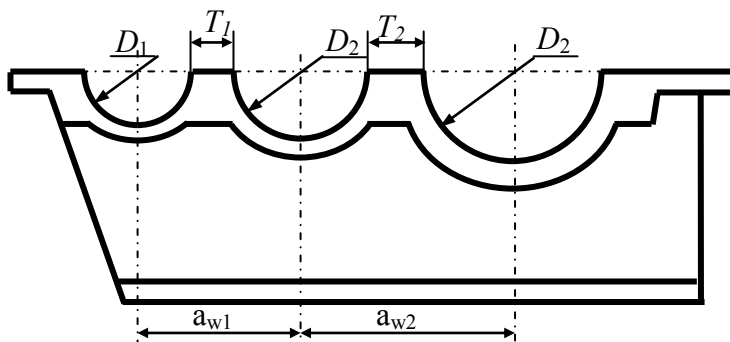
1 ряд	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
2 ряд	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5

Коэффициент ширины колеса цилиндрических редукторных передач  
(по ГОСТ 2185-66).

Таблица 1.3

$\psi_{ba}$	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25
-------------	-----	-------	------	-----	------	-------	-----	-----	------	-----	-----	------

## Приложение 2



$$a_{w1} = \frac{D_1 + D_2}{2} + T_1$$

$$a_{w2} = \frac{D_2 + D_3}{2} + T_2$$

Рисунок П 2.1.

$$D_2 = 57\text{мм}; D_1 = 52\text{мм}; D_3 = 81\text{мм}$$

$$T_1 = 27\text{мм}; T_2 = 33\text{мм};$$

$$Z_1 = 20; Z_2 = 80; Z_3 = 16; Z_4 = 80$$

$$\beta_1 = 20^\circ; \beta_2 = 16^\circ$$

### Приложение 3

#### Таблица 3.1

Наименование параметров	Обозначение	Размерность	Замер или № формулы	Значение параметра	
				Быстроходн. ступень	Тихоходн. ступень
<b>Замеры</b>					
Межосевое расстояние	$a_w$	мм	замер ГОСТ		
Число зубьев шестерни	$Z_{(1,3)}$	–	сосчитать	20	80
Число зубьев колеса	$Z_{(2,4)}$	–	сосчитать	16	80
Угол наклона зуба	$\beta_{(1,2)}$			20°	16°
Наружный диаметр шестерни	$d_{a(1,3)}$	мм	замер		
Наружный диаметр колеса	$d_{a(2,4)}$	мм	замер		
Ширина зубчатого колеса	$b_w$	мм	замер	20	31
<b>Расчеты</b>					
Передаточное число ступеней	$U_1, U_2$	–	(1)		
Передаточное число редуктора	$U_{ред}$	–	(2)		
Диаметр делительной окружности шестерни*	$d_{(1,3)}$	мм	(3)		
Диаметр делительной окружности колеса*	$d_{(2,4)}$	мм	(4)		
Торцовый модуль*	$m_t$	мм	(5)		
Нормальный модуль	$m_n$	мм	по ГОСТ (табл.1.2)		
Угол наклона зуба	$\beta^*$	град, мин, сек	(6)		
Диаметр окружности выступов шестерни*	$d_{a(1,3)}$	мм	(7)		
Диаметр окружности выступов колеса*	$d_{a(2,4)}$	мм	(8)		
Диаметр окружности впадин шестерни*	$d_{f(1,3)}$	мм	(9)		
Диаметр окружности впадин колеса*	$d_{f(2,4)}$	мм	(10)		
Высота зуба*	$h$	мм	(11)		
Коэфф. ширины колеса	$\Psi_a$	–	По замеру (12)		
			по ГОСТ (табл.1.3)		

Примечание: параметры, обозначенные (\*), вычислять с точностью до третьего знака после запятой.

## Приложение 4

### Таблица 4.1

Наименование параметров	Обозначение	Размерность	№ формулы	Значение
Мощность на входном валу	$P_{вх}$	кВт	Задание	
Мощность на шестерне быстроходной передачи	$P_1$	кВт	(13)	
Мощность на промежуточном валу	$P_2$	кВт	(14)	
Мощность на тихоходном валу	$P_3$	кВт	(15)	
Частота вращения быстроходного вала	$n_1$	об/мин	Задание	
Частота вращения промежуточного вала	$n_2$	об/мин	(17)	
Частота вращения тихоходного вала	$n_3$	об/мин	(18)	
Крутящий момент на быстроходном валу	$T_1$	Нм	(19)	
Крутящий момент на промежуточном валу	$T_2$	Нм	(20),(21)	
Крутящий момент на тихоходном валу	$T_3$	Нм	(22),(23)	
Окружное усилие быстроходной передачи	$F_{t1}$	Н	(24)	
Окружное усилие тихоходной передачи	$F_{t2}$	Н	(24)	
Осевое усилие быстроходной передачи	$F_{A1}$	Н	(25)	
Осевое усилие тихоходной передачи	$F_{A2}$	Н	(25)	
Радиальное усилие быстроходной передачи	$F_{R1}$	Н	(26)	
Радиальное усилие тихоходной передачи	$F_{R2}$	Н	(26)	
Окружная скорость быстроходной передачи	$V_{t1}$	м/с	(27)	
Окружная скорость тихоходной передачи	$V_{t2}$	м/с	(27)	

Примечание: все параметры вычислять до третьей значащей цифры, например, 2,38; 238; 0,238;  $2,38 \cdot 10^3$ ;  $2,38 \cdot 10^{-3}$ .

**Приложение 5**  
Образец титульного листа отчета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т.Калашникова»  
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)  
Факультет «Машиностроительный»  
Кафедра «Системный анализ и управление качеством»

Работа защищена с оценкой

«\_\_\_\_\_»

Дата \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_

Отчет  
По лабораторной работе № 1

**«Изучение конструкции зубчатого цилиндрического редуктора»**

Выполнил  
Студент гр. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Руководитель  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Ижевск 2021

## Приложение 6

### Содержание отчета к лабораторной работе №1 «Изучение конструкции зубчатого цилиндрического редуктора»

#### Раздел 1

Кинематическая схема с информацией в соответствии с приложением 3.

#### Раздел 2

Формулы и подстановки конкретных чисел, записанные от руки. *Записи от руки способствуют хорошему запоминанию формул.* Для расчетов по пунктам 6...10 использовать индивидуальные задания (Приложение 8).

#### Раздел 3

Таблицы 4.1 и 5.1. Таблицы могут быть оформлены на компьютере.

## Приложение 7

### Варианты заданий

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{вх}$ , кВт	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
$n_1$ , об/мин	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000

№ вар.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$P_{вх}$ , кВт	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
$n_1$ , об/мин	300	500	700	900	1100	1300	1500	1700	1900	2100

№ вар.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$P_{вх}$ , кВт	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
$n_1$ , об/мин	300	500	700	900	1100	1300	1500	1700	1900	2100

$P_{вх}$  – мощность на входном валу редуктора;

$n_1$  – частота вращения входного вала редуктора.