

## Методические указания

*(есть в электронном виде на страничке кафедры Вконтакте:  
<https://vk.com/public129651157>)*

1) Детали машин. Проектирование узлов и деталей машин. Техническое предложение и эскизный проект. *(Детали машин. Проектирование. Ч.1.)*

3) Детали машин. Проектирование узлов и деталей машин. Технический и рабочий проекты. *(Детали машин. Проектирование. Ч.2.)*

3) Детали машин. Проектирование узлов и деталей машин. Рабочие чертежи деталей. Пояснительная записка. *(Детали машин. Проектирование. Ч.3.)*

## Содержание разделов пояснительной записки (ПЗ).

### **Содержание.**

В содержании привести порядок разделов, подразделов, приложений и списка литературы с указанием листов ПЗ. (**Первый лист содержания** Оформляется на формате А4 с **машиностроительной рамкой №1.**

**Все последующие листы** ПЗ оформляются на формате А4 с **машиностроительной рамкой №2.**)

### **Введение**

Во введении необходимо описать назначение и область применения механизма для которого проектируется привод. А также назначение составных частей привода. **Объем введения до 1 страницы.**

### **Энерго-кинематический расчет**

Выполняется также как и в индивидуальном задании №1. Здесь необходимо подобрать электродвигатель, назначить передаточные отношения передач, входящих в привод и определить частоты вращения и крутящие моменты на валах.

### **Проектный расчет передач редуктора**

Здесь необходимо подобрать **материалы** для элементов передач, входящих в редуктор и определить все необходимые **геометрические параметры** для **всех** передач входящих в состав редуктора.

## **Проверочный расчет передач редуктора**

Здесь необходимо произвести **проверку** передач, рассчитанных в предыдущем разделе на контактную и изгибную прочность.

## **Тепловой расчет редуктора**

Выполняется только в том случае, если в редукторе **имеется в наличии червячная передача**. Методика расчета дана в литературе (Иванов, Курмаз, Дунаев).

## **Расчет открытой передачи привода**

Если в приводе присутствует **цепная** и/или **ременная** передача, то расчет производится по методике, приведенной в литературе (Иванов, Курмаз, Дунаев). Если в приводе присутствует **открытая зубчатая** (коническая и цилиндрическая) передача то следует подойти **на консультацию** к преподавателю. Методика расчета открытых зубчатых передач **отличается** от расчета закрытых передач.

## **Проектный расчет валов привода**

Здесь необходимо подобрать **только диаметры шеек для всех валов входящих в привод** также как и в индивидуальном задании №2.

## **Обоснование и расчет основных размеров корпуса редуктора**

Расчет производится по методике, приведенной в литературе (Курмаз, Дунаев).

После выполнения данного раздела выполняется эскизная компоновка редуктора, из которой определяются длины шеек валов.

## **Проверочный расчет вала редуктора**

Необходимо определить **опасное сечение вала** и выполнить для него проверочный расчет вала на **усталостную выносливость**.

Выполняется также, как и в индивидуальном задании №2 **для вала указанного в особых указаниях**.

## **Выбор и расчет шпоночных соединений привода**

Необходимо подобрать шпонки для всех валов привода (включая приводной) и выполнить их проверочный расчет по напряжениям смятия.

## **Выбор и расчет подшипников привода**

Здесь необходимо подобрать **подшипники для всех валов привода**, а также выполнить расчет подшипников для вала, рассчитываемого на усталостную выносливость, по динамической и статической грузоподъемности также как и в индивидуальном задании №2.

## **Выбор соединительных муфт**

В данном разделе необходимо описать какие муфты вы устанавливаете в привод, почему именно такие, и привести их условное обозначение. (**расчет муфт** нужно производить **только в том случае**, если в стандартную муфту вносятся изменения).

## **Обоснование и выбор смазочных материалов**

Необходимо описать какие элементы в приводе нуждаются в смазке и назначить для них смазочные материалы.

# Требования к оформлению ПЗ

## Оформление текста:

- шрифт черного цвета,
- высота букв, цифр и других знаков **не менее 12 пт**;
- размеры полей текста:
  - правого –  $A = 10$  мм,
  - верхнего –  $B = 20$  мм,
  - левого и нижнего –  $C = 20$  мм;
- оформление текста
- через 1 интервал;

**В**

2 Выбор материалов и определение допускаемых напряжений для зубчатой передачи

Для изготовления колёса и шестерни выбираем материал Сталь 40Х ( $\sigma_b = 850$  МПа,  $\sigma_T = 700$  МПа).

Назначаем термообработку по таблице 8.7, [3]:  
для колёс – улучшение до  $H = (230 \dots 260)HB$   
для шестерён – улучшение до  $H = (260 \dots 280)HB$

Определяем допускаемые контактные напряжения  $[\sigma_H]$ , МПа по формуле:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H \text{ lim}}}{S_H} Z_N, \quad (2.1)$$

где  $\sigma_{H \text{ lim}}$  - предел контактной выносливости, МПа;  
 $S_H$  - коэффициент безопасности;  
 $Z_N$  - коэффициент долговечности.

Предел контактной выносливости  $\sigma_{H \text{ lim}}$ , МПа при улучшении рассчитывается по формуле из таблицы 8.8, [3]:

$$\sigma_{H \text{ lim}} = 2 \cdot HB + 70, \quad (2.2)$$

где  $HB$  - средняя твёрдость материала по шкале Бринелля, МПа.

$$HB = \frac{HB_{\text{min}} + HB_{\text{max}}}{2}, \quad (2.3)$$

где  $HB_{\text{min}}$  и  $HB_{\text{max}}$  - минимальное и максимальное значение твёрдости для выбранных материалов, МПа.

для колёса:

$$HB_K = \frac{HB_{\text{min}} + HB_{\text{max}}}{2} = \frac{230 + 260}{2} = 245 \text{ МПа}$$

для шестерни:

$$HB_{\text{ш}} = \frac{HB_{\text{min}} + HB_{\text{max}}}{2} = \frac{260 + 280}{2} = 270 \text{ МПа}$$

Тогда, предел контактной выносливости:

для колёса:

$$\sigma_{H \text{ lim } K} = 2 \cdot 245 + 70 = 560 \text{ МПа}$$

для шестерни:

$$\sigma_{H \text{ lim } \text{ш}} = 2 \cdot 270 + 70 = 610 \text{ МПа}$$

Коэффициент безопасности выбирается по таблице 8.8, [3] в зависимости от термообработки.

При улучшении для колёса и шестерни выбираем  $S_H = 1,1$ .

Коэффициент долговечности  $Z_N$  рассчитывается по формуле, [3]:

**С**

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	<b>ПВК-3, 78.00.00.000 ПЗ</b>	Лист 9
------	------	---------	-------	------	-------------------------------	-----------

## Оформление разделов и подразделов:

- разделы и подразделы текста нумеруются арабскими цифрами, которые записываются с абзацного отступа, **после номера точку не ставят**, нумерация сквозная;
- разделы и подразделы должны иметь заголовки, которые печатаются строчными буквами, начиная с прописной, располагая их после номера с отступом в один интервал без точки в конце, не подчеркивая.
- если между разделом и подразделом нет текста, то расстояние между ними – **3 интервала**;
- каждый новый раздел начинается с новой страницы, подраздел с новой страницы <sup>1</sup> Энергетический и кинематический расчёты привода не начинают.

*Текст раздела. Текст раздела. Текст раздела. Текст раздела. Текст раздела.*

*Текст раздела. Текст раздела.*

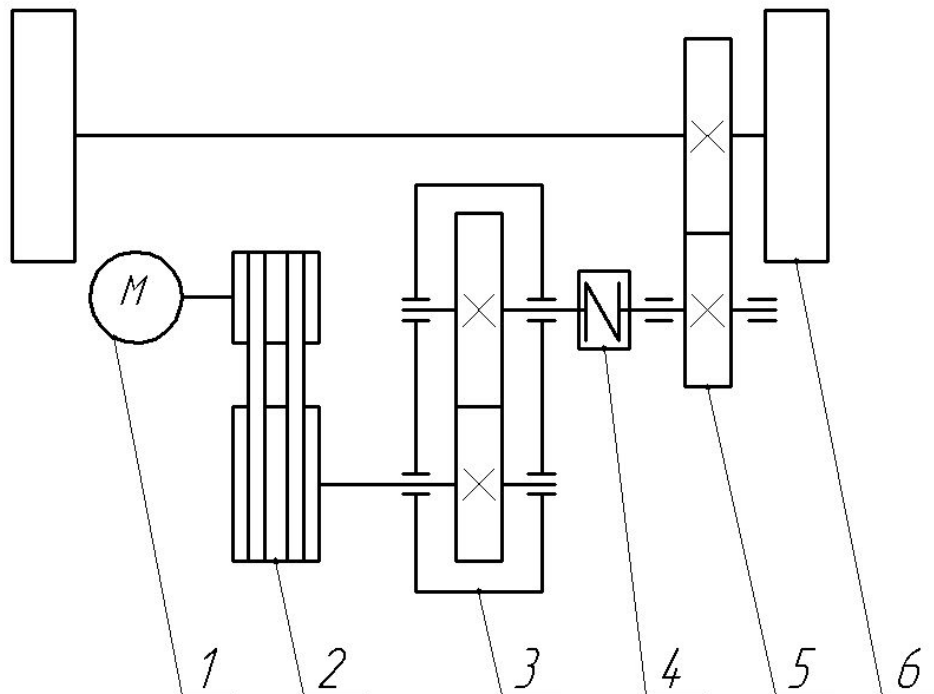
## 2 Проектный расчет передач редуктора

2.1 Выбор материалов и определение допускаемых напряжений для передач редуктора

*Текст раздела. Текст раздела. Текст раздела. Текст раздела. Текст раздела.*

## Оформление иллюстраций:

- иллюстрации нумеруются арабскими цифрами;
- иллюстрации должны иметь наименование, и при необходимости могут иметь пояснительные данные (подрисуночный текст);
- слово «**Рисунок**» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают посередине строки;
- подрисуночные надписи помещают после рисунка перед словом «**Рисунок**» и располагают посередине строки.



1 – электродвигатель; 2 – ременная передача; 3 – редуктор; 4 – муфта жёстко-компенсирующая;

5 – открытая зубчатая передача; 6 – приводные колёса тележки

Рисунок 1 – Схема привода тележки



## Оформление таблиц:

- таблица растягивается на всю ширину страницы;
- над таблицей на уровне ее левой границы записывают:

### **Таблица 2.1 - (название таблицы);**

- Наименование таблицы и саму таблицу пустой строкой не отделяют;
- нумерация таблиц - арабскими цифрами;
- если таблица продолжается на второй странице, то пишем «**Продолжение таблицы 1**» без наименования, если таблица оканчивается на второй странице, то пишем «**Окончание таблицы 1**»;
- при продолжении или окончании таблицы предыдущая таблица не должна иметь **нижнюю границу**.

Расчёт диаметров остальных валов редуктора производим аналогично. Диаметры валов редуктора представлены в таблице 4.1.

☐ Таблица 4.1 - Диаметры валов редуктора

Наименование вала	Быстроходный	Тихоходный	Приводной
Диаметр выходного конца вала, мм	5	6	10
Диаметр промежуточной шейки (под манжету), мм	6	7	12
Диаметр под подшипники, мм	7	10	15
Предварительно подобранный подшипник	4А-17	5А-1000900	92202
Диаметр промежуточной шейки (для валов-шестерён), мм	10	-	-
Диаметр под зубчатое колесо, мм	-	12	20
Диаметр упорного буртика, мм	-	15	25

#### 4.2 Проверочный расчёт тихоходного вала редуктора

Таблица 7.1 – Параметры шпоночных соединений привода

Место соединения	Диаметр вала $d$ , мм	Ширина шпонки $b$ , мм	Высота шпонки $h$ , мм	Длина шпонки $l$ , мм
Быстроходный вал редуктора со шкивом	5	2	2	12
Тихоходный вал редуктора с колесом	12	5	5	10

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ПВК-3,78.00.00.000 ПЗ	Лист
						33

☐ Окончание таблицы 7.1

Тихоходный вал редуктора с муфтой	6	2	2	12
Приводной вал с колесом открытой зубчатой передачи	20	6	8	15

## Оформление формул:

- формула в символьном виде должна располагаться посередине страницы и нумероваться с правого края;
- если обозначения величин входящих в формулу встречаются в тексте записки впервые то после символьной формулы должно даваться их расшифровка начинающаяся со слова “где”;
- после формулы в символьном виде необходимо располагать формулу в числовом виде;
- помещать обозначения единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимости между величинами или между их числовыми

Выбор электродвигателя осуществляется по мощности, требуемой для обеспечения передачи крутящего момента на приводном валу. Мощность на приводном валу  $P_{\text{взх}}$ , кВт рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{взх}} = F_{\text{мзв}} \cdot v, \quad (1.4)$$

$$P_{\text{взх}} = 475,18 \cdot 0,1 = 47,52 \text{ Вт.}$$

Для вала круглого сечения осевой момент сопротивления определяется по формуле

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \quad (4.20)$$

где  $d$  - диаметр вала в опасном сечении.

$$W = \frac{3,14 \cdot 0,01^3}{32} = 0,098 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

## Нумерация формул, таблиц, рисунков. Ссылки в тексте ПЗ.

- нумерация иллюстраций, таблиц, формул - сквозная в пределах записки;
- допускается нумерация в пределах разделов, иллюстраций, таблиц, формул;
- в тексте записки даются ссылки на использованные источники, которые следует приводить в квадратных скобках.

Значения КПД взяты из таблицы 1.2 [1]

- при ссылках на иллюстрации следует писать  
«... в соответствии с рисунком 2», «... показано на рисунке 2».
- при ссылке на таблицу следует писать  
«... приведены в таблице 1.3».
- ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках.  
«... по формуле (4.7)».
- страницы записки следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту записки. Номер страницы проставляют в правой нижней части листа без точки.

## Чертежные листы.

- 1) сборочный чертеж редуктора (формат А1);
- 2) рабочие чертежи деталей (4 штуки, формат А3 каждый): колесо; вал; вал-шестерня; крышка подшипника.
- 3) сборочный чертеж приводного вала;
- 4) сборочный чертеж рамы.

К каждому сборочному чертежу должна прилагаться спецификация.

## Оформление приложений

- каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «**ПРИЛОЖЕНИЕ**» с обозначением арабскими буквами, а ниже в скобках указывается степень приложения (**обязательное**), (**справочное**):
- приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста прописной буквой отдельной строкой.

### **ПРИЛОЖЕНИЕ А** **(обязательное)** **Спецификации**

## Структура обозначения привода

**XXX-XX.XX.XX.XXX XX**

*Вид конструкторского документа*

*Обозначение детали*

*Обозначение сборочной единицы в  
составе другой сборочной единицы*

*Обозначение сборочной единицы в составе изделия*

*Обозначение отличительной характеристики изделия*

*Аббревиатура наименования изделия*

**ПЦК-3,27.00.00.000 ПЗ** – Пояснительная записка

**ПЦК-3,27.00.00.000 ВО** – Чертеж общего вида

**ПЦК-3,27.01.00.000 СБ** – Сборочный чертеж редуктора

**ПЦК-3,27.01.00.000 Э1** – Эскизная компоновка редуктора

**ПЦК-3,27.01.00.000 Д1** – Документы прочие (схемы работ,  
аксонометрические проекции, плакаты и т.д.)

**ПЦК-3,27.01.01.000 СБ** – Сборочный чертеж колеса червячного  
(сборочная единица, входящая в состав редуктора)

**ПЦК-3,27.01.00.001** – Рабочий чертеж вала  
(деталь, входящая в состав редуктора)

*ПЦК – Привод цепного конвейера*

*3,27 – требуемая мощность на приводном валу*