

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
«ЧЕРЕМХОВСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ  
ИМ. М.И. ЩАДОВА»**

**РАССМОТРЕНО**  
на заседании ЦК  
«Горных дисциплин»  
Протокол №10  
«06» июнь 2023 г.  
Председатель: Н.А. Жук

**Утверждаю:**  
Зам. директора по УР  
О.В. Папанова  
«07» июнь 2023 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для выполнения

практических занятий студентов

по учебной дисциплине

**ОП.03 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

программы подготовки специалистов среднего звена

*21.02.18 Обогащение полезных ископаемых*

*(заочное отделение)*

Разработал преподаватель:  
Пилипченко Н. А.

2023г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	<b>СТР.</b>
1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	6
3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	7
4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	20
ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	21

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по практическим занятиям учебной дисциплины «Техническая механика» составлены в соответствии с учебным планом и рабочей программы дисциплины по специальности **21.02.18 Обогащение полезных ископаемых**.

Цель проведения практических занятий: формирование практических умений, необходимых в последующей профессиональной и учебной деятельности.

Методические указания практических занятий являются частью учебно-методического комплекса по учебной дисциплине и содержат:

- тему занятия (согласно тематическому плану учебной дисциплины);
- цель;
- оборудование (материалы, программное обеспечение, оснащение, раздаточный материал и др.);
- методические указания (изучить краткий теоретический материал по теме практического занятия);
- ход выполнения;
- форму отчета.

В результате выполнения полного объема заданий практических занятий студент должен **уметь**:

### **БАЗОВАЯ ЧАСТЬ**

В результате освоения дисциплины студент должен **уметь**:

- оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой;
- приводить несистемные величины измерений в соответствие с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;
- определять напряжения в конструкционных элементах;
- определять передаточное отношение;

- проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения;
- проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;
- производить расчеты на сжатие, срез и смятие;
- производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;
- собирать конструкции из деталей по чертежам и схемам;
- читать кинематические схемы;

В результате освоения учебной дисциплины студент должен **знать:**

- основные понятия и определения метрологии, стандартизации, сертификации;
- терминологию и единицы измерения величин в соответствии с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;
- виды движений и преобразующие движения механизмы;
- виды износа и деформаций деталей и узлов;
- виды передач; их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;
- кинематику механизмов, соединения деталей машин, механические передачи, виды и устройство передач;
- методику расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации;
- методику расчета на сжатие, срез и смятие;
- назначение и классификацию подшипников;
- характер соединения основных сборочных единиц и деталей;
- основные типы смазочных устройств;
- типы, назначение, устройство редукторов;
- трение, его виды, роль трения в технике;

- устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования.

### **ВАРИАТИВНАЯ ЧАСТЬ**

В результате освоения учебной дисциплины студент должен **знать**:

-методику расчета конструкций на растяжение и сжатие, кручение и изгиб;

При проведении практических работ применяются следующие технологии и методы обучения:

ТЕХНОЛОГИИ	МЕТОДЫ
Обучение в сотрудничестве	Словесные
Проблемно-развивающее обучение	Наглядные
Развивающее обучение	Практические
Технология учебно-поисковой деятельности	

### **Оценка выполнения заданий практических (лабораторных) занятий**

**«Отлично»** - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

**«Хорошо»** - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**«Удовлетворительно»** - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

**«Неудовлетворительно»** - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

В соответствии с учебным планом и рабочей программы дисциплины **«Техническая механика»** на практические занятия отводится **10 часов**.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название практического занятия	Кол-во часов
1.	Категории и виды стандартов.	2
2.	Определение центра тяжести плоских фигур	2
3.	Определение скоростей и ускорений для поступательного движения.	2
4.	Расчет валов и осей на кручение. Построение эпюр крутящих моментов	2
5.	Подбор элементов передач по видам	2

### 3 СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

#### Практическое занятие № 1

**Тема:** Категории и виды стандартов

**Цель:** Изучить категории и виды стандартов, сравнить объекты стандартизации и структурные элементы стандартов нескольких видов.

**Оборудование:** раздаточный материал

**Методические указания:** изучить теоретический материал

**Ход выполнения:** выполнить задания.

**Выполнение работы:**

1. Изучить лекционный материал по данной теме.
2. Сравнить несколько стандартов, определить их категории и виды. Результаты занести в таблицу.
3. Сравнить структуру стандартов разных видов. Результаты занести в таблицу.

**Методические рекомендации к выполнению работы:**

Выделяют следующие **категории** стандартов:

- международные;
- региональные;
- национальные;
- стандарт организации;
- межгосударственные стандарты.

**Виды стандартов:**

- основополагающий стандарт;
- стандарт на методы испытаний (контроля);
- стандарт на продукцию (услугу);
- стандарт на процесс.

**Структурные элементы стандарта** – это совокупность элементов построения, изложения, оформления, содержания и обозначения стандартов. В общем случае стандарты содержат следующие структурные элементы:

- титульный лист (обязательный элемент);
- предисловие (обязательный элемент);
- сведения о праве собственности на данный стандарт (обязательный элемент);
- содержание (при необходимости);
- наименование (обязательный элемент);
- введение (при необходимости);
- область применения (обязательный элемент);
- нормативные ссылки (при наличии);
- определения или термины и определения (при наличии);
- обозначения и сокращения, используемые в тексте стандарта (при наличии);
- требования (главный и обязательный элемент);
- приложения обязательные и рекомендуемые (при наличии);
- библиографические данные, т.е. информационные сведения о документах, использованных при разработке данного стандарта (при наличии);
- сведения об отнесении стандарта к определенной классификационной группировке Универсальной десятичной классификации (УДК) печатно-книжной продукции (обязательный элемент);
- обозначение данного стандарта (обязательный элемент).

Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению стандартов, принятых на территории РФ, установлены в ГОСТ Р 1.5 – 92 и ГОСТ 1.5 – 93. Требования ГОСТ могут быть обязательные, либо рекомендательные.

*Таблица 1*



№ стандарта Название стандарта Вид Категория

Таблица 2

№ стандарта Название стандарта Объект стандартизации Структурные элементы

### Контрольные вопросы.

1. Перечислите виды стандартов.
2. Перечислите категории стандартов.
3. Какие структурные элементы стандартов являются обязательными?
4. Что включают стандарты на процессы?
5. Какие существуют виды технических регламентов?

**Форма отчета:** конспект с выполненными заданиями.

### Практическое занятие № 2

**Тема:** Определение центра тяжести плоских фигур

**Цель:** обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний для определения центра тяжести плоских фигур;

**Оборудование:** раздаточный материал

**Методические указания:** изучить теоретический материал

**Ход выполнения:** выполнить задания.

**Задание:**

1. Повторить по учебнику тему «Центр тяжести».
2. Выпишите данные для вашего варианта (согласно нумерации в журнале).

№ варианта	x <sub>1</sub> , мм	x <sub>2</sub> , мм	y, мм	z <sub>1</sub> , мм	z <sub>3</sub> , мм	№ варианта	x <sub>1</sub> , мм	x <sub>2</sub> , мм	y, мм	z <sub>1</sub> , мм	z <sub>3</sub> , мм	№ варианта	x <sub>1</sub> , мм	x <sub>2</sub> , мм	y, мм	z <sub>1</sub> , мм	z <sub>3</sub> , мм
1	20	30	70	40	10	11	60	70	110	80	50	21	40	50	90	60	30
2	40	50	90	60	30	12	50	60	100	70	40	22	60	70	110	80	50
3	60	70	110	80	50	13	20	30	70	40	10	23	50	60	100	70	40
4	50	60	100	70	40	14	40	50	90	60	30	24	20	30	70	40	10
5	20	30	70	40	10	15	60	70	110	80	50	25	40	50	90	60	30
6	40	50	90	60	30	16	50	60	100	70	40	26	60	70	110	80	50
7	60	70	110	80	50	17	20	30	70	40	10	27	50	60	100	70	40
8	50	60	100	70	40	18	40	50	90	60	30	28	20	30	70	40	10
9	20	30	70	40	10	19	60	70	110	80	50	29	40	50	90	60	30
10	40	50	90	60	30	20	50	60	100	70	40	30	60	70	110	80	50

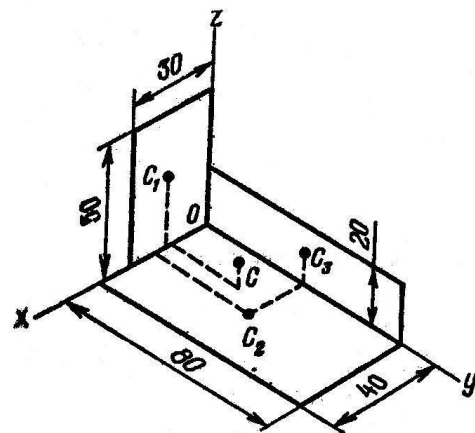
3. Рассмотрите пример решения.

### Пример.

Определить положение центра тяжести фигуры, составленной из трех тонких плоских пластинок прямоугольной формы, пересекающихся друг с другом под прямыми углами; размеры – в мм.

Решение.

1. Поместим начало координат в вершине трехгранного угла и расположим оси координат вдоль линий пересечения пластинок.



Фигура состоит из трех прямоугольников с центрами тяжести  $C_1, C_2, C_3$ , расположенными на пересечении прямых, соединяющих середины противоположных сторон.

2. Исходя из размеров фигуры, определим необходимые данные для подстановки в формулы (3):  $A_k$  – площади прямоугольников и координаты их центров тяжести:

$$A_1 = 3 \cdot 5 = 15 \text{ см}^2; C_1 (1, 5; 0; 2, 5);$$

$$A_2 = 4 \cdot 8 = 32 \text{ см}^2; C_2 (2; 4; 0);$$

$$A_3 = 8 \cdot 2 = 16 \text{ см}^2; C_3 (0; 4; 1).$$

3. Подставим эти данные в формулы (4) и вычислим искомые координаты центра тяжести фигуры:

$$x_c = (15 \cdot 1,5 + 32 \cdot 2 + 16 \cdot 0) / (15 + 32 + 16) = 1,37 \text{ см} = 13,7 \text{ мм}$$

$$y_c = (15 \cdot 0 + 32 \cdot 4 + 16 \cdot 4) / (15 + 32 + 16) = 3,04 \text{ см} = 30,4 \text{ мм}$$

$$z_c = (15 \cdot 2,5 + 32 \cdot 0 + 16 \cdot 1) / (15 + 32 + 16) = 0,85 \text{ см} = 8,5 \text{ мм}$$

Центр тяжести фигуры расположен в точке  $C (13,7; 30,4; 8,5)$ .

4. Решите свой вариант.
5. Ответьте на вопросы.
6. Сделайте вывод.

### Контрольные вопросы:

1. Дайте определение центра тяжести тела.
2. Чему равен статический момент площади относительно оси абсцисс?
3. В каких единицах измеряется статический момент плоской фигуры?
4. Чему равен статический момент плоской фигуры относительно центральной оси?

**Форма отчета:** конспект с выполненными заданиями.

### Практическое занятие № 3

**Тема:** Определение скоростей и ускорений для поступательного движения.

**Цель:** обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

**Оборудование:** раздаточный материал

**Методические указания:** изучить теоретический материал

**Ход выполнения:** выполнить задания.

**Задание:**

1. Повторить по учебнику тему «Кинематика точки».
2. Выпишите данные для вашего варианта (согласно нумерации в журнале).

№ варианта	$S$ , км	$v_A$ , км/ч	$v_B$ , км./ч	№ варианта	$S$ , км	$v_A$ , км/ч	$v_B$ , км/ч	№ варианта	$S$ , км	$v_A$ , км/ч	$v_B$ , км/ч
1	110	30	20,4	11	130	34	24,8	21	110	30	20,4
2	120	32	22,6	12	140	36	26,2	22	120	32	22,6
3	130	34	24,8	13	110	30	20,4	23	130	34	24,8
4	140	36	26,2	14	120	32	22,6	24	140	36	26,2
5	110	30	20,4	15	130	34	24,8	25	110	30	20,4
6	120	32	22,6	16	140	36	26,2	26	120	32	22,6
7	130	34	24,8	17	110	30	20,4	27	130	34	24,8
8	140	36	26,2	18	120	32	22,6	28	140	36	26,2
9	110	30	20,4	19	130	34	24,8	29	110	30	20,4
10	120	32	22,6	20	140	36	26,2	30	120	32	22,6

3. Рассмотрите пример решения.

Из двух пунктов  $A$  и  $B$  прямолинейного шоссе, находящихся один от другого на расстоянии 100 км, одновременно выезжают навстречу друг другу два велосипедиста и движутся с постоянными скоростями. Велосипедист, выезжающий из  $A$ , имеет скорость  $v_A$ , а велосипедист, выезжающий из  $B$ , – скорость  $v_B = 26,6$  км /ч. Определить, за какое время каждый из них проедет расстояние 100 км. Через сколько часов и где они встретятся?

**Решение.**

1. Находим время, затраченное первым велосипедистом на проезд от точки  $A$  до  $B$ :

$$t_{AB} = S_{AB} / v_A = 100 / 40 = 2,5 \text{ ч}$$

2. Находим время, затраченное вторым велосипедистом на проезд от точки  $B$  до  $A$ :

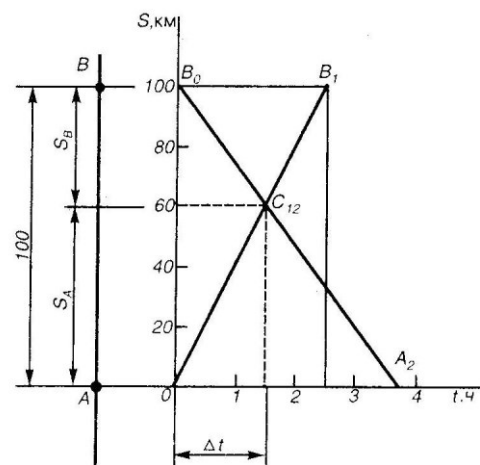
$$t_{BA} = S_{BA} / v_B = 100 / 26,6 = 3,75 \text{ ч.}$$

3. Время и место встречи велосипедистов наиболее просто определить графически. Расстояние между пунктами  $A$  и  $B$ , равное 100 км, изобразим на оси ординат отрезком в 50 мм (рис.202), т.е. в масштабе  $\mu_S = 2 \text{ км / мм}$  ( $100 \text{ км} = \mu_S \cdot 50 \text{ мм}$  и ...  $\mu_S = 100 \text{ км} / 50 \text{ мм} = 2 \text{ км / мм}$ ).

По оси абсцисс отложим время в масштабе  $\mu_t = 0,1 \text{ ч / мм}$  (4 часа изображены отрезком 40 мм, поэтому  $4 \text{ ч} = \mu_t \cdot 40 \text{ мм}$  и  $\mu_t = 4 \text{ ч} / 40 \text{ мм} = 0,1 \text{ ч / мм}$ )

Первый велосипедист расстояние от  $A$  до  $B$  проезжает за 2,5 ч. Его перемещение изображается на графике прямой  $OB_1$ .

Второй велосипедист расстояние от  $B$  до  $A$  проезжает за 3,75 ч и его перемещение изображается на графике прямой  $B_0A_2$



Точка  $C_{12}$  пересечения обоих графиков указывает место и время встречи.

Встреча происходит на расстоянии  $S_A = 60 \text{ км}$  от пункта  $A$  (или на расстоянии.

$S_B = 40 \text{ км}$  от пункта  $B$ ) через  $\Delta t = 1,5 \text{ ч}$  после начала движения велосипедистов.

Если вместо графического решения применить аналитическое, то можно рассуждать таким образом.

Допустим, что место встречи происходит на расстоянии  $S$  от пункта  $A$ , а время до встречи  $\Delta t$ , считая от начала движения. Тогда уравнение движения первого велосипедиста примет вид

$S = v_A \cdot \Delta t$  и уравнение движения второго велосипедиста  $S = S_0 - v_B \cdot \Delta t$  где  $S_0 = 100 \text{ км}$  – расстояние от местонахождения второго велосипедиста до пункта  $A$  в момент начала отсчета (при  $t = 0$ ).

Так как левые части уравнения (1) и (2) равны, то  $v_A \cdot \Delta t = S_0 - v_B \cdot \Delta t$ .

Отсюда

$$\Delta t = S_0 / (v_A + v_B) = 100 / (40 + 26,6) = 1,5 \text{ ч.}$$

Из уравнения (1) определяем  $S$ :

$$S = v_A \cdot \Delta t = 40 \cdot 1,5 = 60 \text{ км.}$$

4. Решите свой вариант.

5. Ответьте на вопросы.

6. Сделайте вывод.

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение кинематики.
2. Что называют траекторией?
3. В каких единицах измеряется скорость?
4. Чему равен модуль средней скорости?
5. В каких единицах измеряется ускорение?

**Форма отчета:** конспект с выполненными заданиями.

### Практическое занятие № 4

**Тема:** Расчет валов и осей на кручение. Построение эпюр крутящих моментов

**Цель:** обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

**Оборудование:** раздаточный материал

**Методические указания:** изучить теоретический материал

**Ход выполнения:** выполнить задания.

**Задание:** Для стального вала (рис. 13) построить эпюру крутящих моментов; определить диаметр вала на каждом участке и полный угол закручивания. Данные для различных вариантов указаны на табл. 13.

Мощности на зубчатых колесах принять  $P_2 = 0,5P_1; P_3 = 0,3P_1; P_4 = 0,2P_1$ .

Указание. Полученное расчетное значение диаметра (в мм) округлить до ближайшего большего числа, оканчивающегося на 0, 2, 5, 8, или по СТС-В 208-75.

**Пример.** Для стального вала (рис. 13, а) построить эпюру крутящих моментов, определить из условия прочности требуемые диаметры каждого участка и углы закручивания этих участков.

Угловую скорость вала принять  $\omega = 100 \text{ рад/с}$ , допустимое напряжение  $[\tau_{кр}] = 30 \text{ МПа}$ , модуль сдвига  $G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

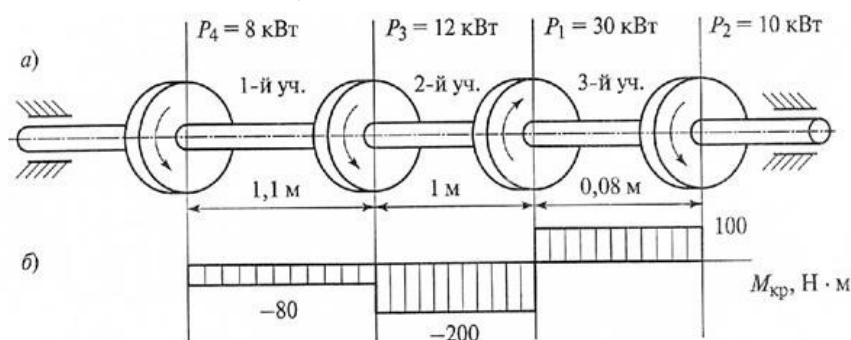


Рис. 3

### Рисунок 13

**Решение.** Вал вращается с постоянной угловой скоростью, следовательно, система вращающих моментов уравновешена. Мощность, подводимая к валу без потерь на трение, равен сумме мощностей, снимаемых с вала:

$$P_1 = P_2 + P_3 + P_4 = 10 + 12 + 8 = 30 \text{ кВт}$$

2. Определяем вращающие моменты на шкивах:

$$M_1 = \frac{P_1}{\omega} = \frac{30 \cdot 10^3}{100} = 300 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = \frac{P_2}{\omega} = \frac{10 \cdot 10^3}{100} = 100 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_3 = \frac{P_3}{\omega} = \frac{12 \cdot 10^3}{100} = 120 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_4 = \frac{P_4}{\omega} = \frac{8 \cdot 10^3}{100} = 80 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3. Для построения эпюры крутящих моментов разбиваем брус на три участка, границами которых являются сечения, в которых приложены внешние моменты. В пределах каждого участка значения крутящих моментов таковы:

$$M_{\text{кр}1} = -M_4 = -80 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{кр}2} = -M_4 - M_3 = -80 - 120 = -200 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{кр}3} = -M_4 - M_3 + M_1 = -80 - 120 + 300 = 100 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

По найденным значениям строим эпюру крутящих моментов (рис.3,б).

4. Из условия прочности на кручение

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{M_{\text{кр}}}{W_{\text{кр}}} \leq [\tau_{\text{кр}}], \text{ где } W_{\text{кр}} = 0,2d^3,$$

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{M_{\text{кр}}}{0,2d^3} \leq [\tau_{\text{кр}}]$$

Определяем диаметр вала на каждом участке по формуле

$$d \leq \sqrt[3]{\frac{M_{\text{кр}}}{0,2[\tau_{\text{кр}}]}}$$

$$d \leq \sqrt[3]{\frac{M_{\text{кр}}}{0,2[\tau_{\text{кр}}]}} = \sqrt[3]{\frac{80 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 30}} = 25 \text{ мм}$$

$$d \leq \sqrt[3]{\frac{M_{\text{сп}}}{0,2[\tau_{\text{сп}}]}} = \sqrt[3]{\frac{200 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 30}} = 35 \text{ мм}$$

$$d \leq \sqrt[3]{\frac{M_{\text{сп}}}{0,2[\tau_{\text{сп}}]}} = \sqrt[3]{\frac{100 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 30}} = 28 \text{ мм}$$

5. Определяем угол закручивания вала на каждом участке по формуле

$$\varphi = \frac{M_{\text{сп}} l \cdot 180^\circ}{J_p G \pi}$$

где  $J_p$  - полярный момент инерции сечения.

Для круглого сечения  $J_p = \frac{\pi d^4}{32} = 0,1d^4$ , тогда  $\varphi = \frac{M_{\text{сп}} l \cdot 180^\circ}{0,1d^4 G \pi}$ .

Угол закручивания

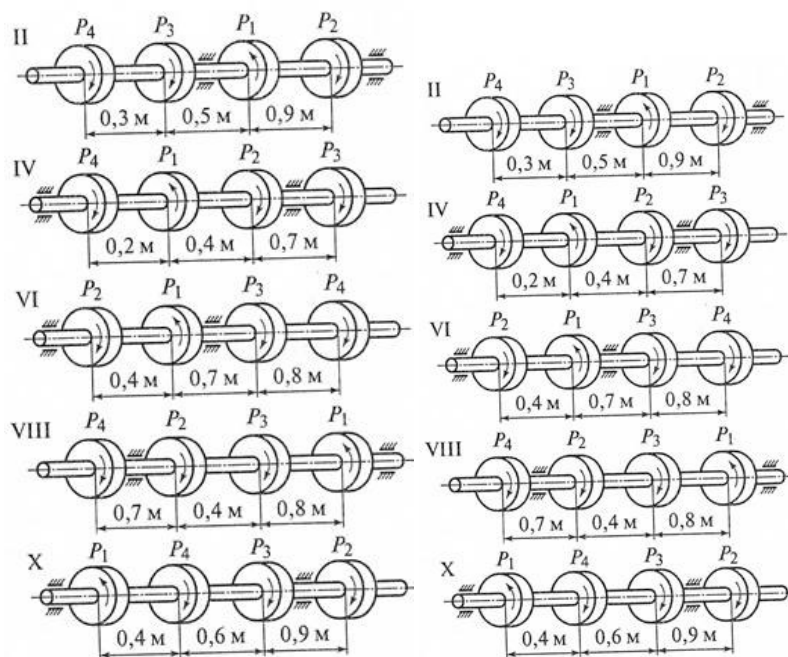
$$\varphi = \frac{M_{\text{сп}1} l_1 \cdot 180^\circ}{3,14 \cdot 0,1d_1^4 G} = \frac{-80 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 10^3 \cdot 180^\circ}{3,14 \cdot 0,1 \cdot 25^4 \cdot 8 \cdot 10^4} = -0,16^\circ$$

$$\varphi = \frac{M_{\text{сп}2} l_2 \cdot 180^\circ}{3,14 \cdot 0,1d_2^4 G} = \frac{-200 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 10^3 \cdot 180^\circ}{3,14 \cdot 0,1 \cdot 35^4 \cdot 8 \cdot 10^4} = -0,38^\circ$$

$$\varphi = \frac{M_{\text{сп}3} l_3 \cdot 180^\circ}{3,14 \cdot 0,1d_3^4 G} = \frac{100 \cdot 10^3 \cdot 0,08 \cdot 10^3 \cdot 180^\circ}{3,14 \cdot 0,1 \cdot 28^4 \cdot 8 \cdot 10^4} = 0,29^\circ$$

**Ответ:**  $d_1 = 25 \text{ мм}; d_2 = 35 \text{ мм}; d_3 = 28 \text{ мм}; \varphi_1 = -0,16^\circ; \varphi_2 = -0,38^\circ; \varphi_3 = 0,29^\circ$ .

Варианты заданий



### Контрольные вопросы и задания

1. Какие деформации возникают при кручении?
2. Какие гипотезы выполняются при деформации кручения?
3. Изменяются ли длина и диаметр вала после скручивания?
4. Какие внутренние силовые факторы возникают при кручении?
5. Что такое рациональное расположение колес на валу?

**Форма отчета:** конспект с выполненными заданиями.

### Практическое занятие № 5.

**Тема:** Подбор элементов передач по видам

**Цель:** обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

**Оборудование:** раздаточный материал

**Методические указания:** изучить теоретический материал

**Ход выполнения:** выполнить задания.

**Задание:**

Расчет привода начинают с составления кинематической схемы (если она не задана), определения общего к. п. д. и общего передаточного числа привода, выбора электродвигателя и распределения общего передаточного числа по отдельным ступеням редуктора и передачам привода, а также определения крутящих моментов и частот вращения валов. Исходными данными для расчета



на начальном этапе являются: угловая скорость  $\omega_i$ (рад/с) или частота вращения  $n_i$ (мин<sup>-1</sup>) входного вала привода и мощность  $P_i$ (кВт) на этом валу. Выбор электродвигателя и кинематический расчет привода выполняются в следующей последовательности.

Определяют общий к. п. д. привода по формуле  $\eta_{общ} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \dots \eta_n$ , где  $\eta_1, \eta_2, \eta_3 \dots \eta_n$  – к. п. д. отдельных передач, подшипников, муфт, входящих в привод и перечисленных в порядке от входного к выходному валу привода (ориентировочные значения к. п. д. приведены в табл. 19.1). В предварительных расчетах для нерасцепляемых механических муфт, например, упругих и компенсирующих, где имеются подвижные или легкодеформируемые элементы, к. п. д. можно принимать в пределах 0,98-0,99, для нерасцепляемых жестких – равным 1, а для фрикционных – 0,85-0,95. При наличии более точных данных значения подлежат корректировке.

Таблица 19.1

Тип передачи или устройства	К. п. д. передачи		Рекомендуемое передаточное число $U_{рек}$	Удельная масса передачи, кг/кВт
	закрытой	открытой		
Зубчатая цилиндрическая	0,96-0,980	0,93-0,95	2,5-6,3	18-0,4
Зубчатая коническая	0,95-0,97	0,91-0,93	2-4	25-0,6
Червячная передача при червяке:				
однозаходном	0,70-0,80	-	10-50	4,5
двухзаходном	0,75-0,85	-	10-50	4,5
четырёхзаходном	0,80-0,90	-	10-50	4,5
Цепная передача	0,95-0,97	0,92-0,95	1,5-4	10,0-6,0
Ременная передача	-	0,94-0,97	2-4	5,0-1,0
Фрикционная передача	0,90-0,96	0,70-0,80	1-6	30,0-8,0
Одна пара подшипников качения	0,99	-0,995	-	-
Одна пара подшипников скольжения	0,98	0,99	-	-

*Примечание. Большие значения удельной массы для передач до 10кВт, меньшие – свыше 10кВт.*

Если привод содержит передачи, передающие мощность параллельными потоками, например, раздвоенную зубчатую передачу или несколько клиновых ремней, то к. п. д. каждой такой передачи принимают по табл. и учитывают один раз. Выбор к. п. д. червячной передачи привода на начальной стадии расчета затруднен, т.к. неизвестно число заходов червяка  $z_1$ . Ориентиром служат обычно средние значения к. п. д. для червячных передач. Можно,

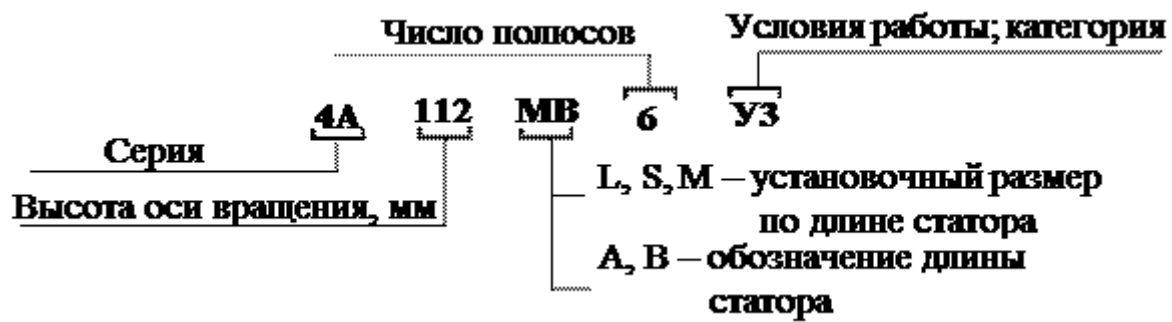
например, принять к. п. д. для двухзаходного червяка, а при последующих расчетах принятое значение уточнить и, если необходимо, сделать перерасчет.

Производят подбор электродвигателя по потребной мощности  $P'_{дв}$ , которая может быть определена по мощности  $P_i$  на выходном валу привода:

$$P'_{дв} = P_i / \eta_{общ}$$

В приводах рекомендуется применять (при отсутствии каких-либо особых требований) экономичные асинхронные электродвигатели единых серий АИР, 4А или другие более эффективные. Некоторые основные параметры двигателей серий 4А, в том числе геометрические, можно найти в литературе. Если синхронная (номинальная) частота вращения электродвигателя установлена заданием, то его тип и мощность находят по потребной мощности  $P'_{дв}$  так, чтобы номинальная мощность превышала расчетную  $P'_{дв} \geq P_{дв}$ . Затем определяют фактическую (асинхронную) частоту вращения вала электродвигателя. Если задание не содержит сведений об электродвигателе, то для анализа следует отобрать несколько электродвигателей с различной частотой вращения, например, 3000, 1500, 1000, 750 мин<sup>-1</sup>. Для предварительного анализа отбирают лишь самые необходимые параметры. При выборе двигателей, кроме соблюдения основного условия  $P_{дв} \geq P'_{дв}$ , необходимо учитывать также характер нагрузки и кратность перегрузки механизмов привода в процессе пуска или работы. Эта информация обычно содержится в техническом задании на проектирование, например, в циклограмме нагружения или типовом режиме нагружения.

Электродвигатели должны иметь величины отношений  $T_{пуск} / T_{ном}$  и  $T_{мах} / T_{ном}$ , соответствующие характеру нагружения привода. При значительных пусковых нагрузках целесообразно применять двигатели с повышенным пусковым моментом, а при ударных нагрузках и частых реверсах – с повышенным скольжением. При необходимости в приводах могут быть применены двухскоростные двигатели, например, двигатели, с номинальными частотами вращения 3000/1500, 750/1500, 1000/1500, 750/1000, 500/3000, 500/1000 об/мин. Двигатели серии 4А должны соответствовать требованиям ГОСТ 19523-74. Структура условного обозначения двигателей.



**Форма отчета:** конспект с выполненными заданиями.

## 4 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

### **Основные:**

О-1. Кузьмина, Н. А. Техническая механика: учебное пособие / Н. А. Кузьмина. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2020. — 205 с.

О-2. Эрдеди А.А. Техническая механика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А.А. Эрдеди. — 8-е изд., стер. — М. : Образовательно-издательский центр «Академия», 2023. — 528 с.

### **Дополнительные источники:**

Д-1. Аркуша, А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике: учебное пособие /А.И. Аркуша. - М.: Высш.шк., 2000.—336с.

Д-2. Брадис, В.М. Четырехзначные математические таблицы: таблицы / В.М. Брадис. - М.: Просвещение, 2000.- 56с.

Д-3. Олофинская, В.П. Техническая механика.: учебное пособие / В.П. Олофинская. -М.: ИД "ФОРУМ"-ИНФРА-М, 2012.-352с.

Д-4. Сетков, В.И. Сборник задач по технической механике: учебное пособие / В.И. Сетков. -М.: Академия, 2010.-224 с.

### **Интернет-ресурсы:**

1. Кузьмина, Н. А. Техническая механика: учебное пособие / Н. А. Кузьмина. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2020. — 205 с. – ЭБС ЛАНЬ.

2. Эрдеди А.А. Техническая механика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А.А. Эрдеди. — 8-е изд., стер. — М. : Образовательно-издательский центр «Академия», 2023. — 528 с.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В  
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

<b>№ изменения, дата внесения, № страницы с изменением</b>	
<b>Было</b>	<b>Стало</b>
<b>Основание:</b>	
<b>Подпись лица, внесшего изменения</b>	