

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ
Директор
/ С.А. Махновский
08.02.2023г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОПЦ.05 Техническая механика

для обучающихся специальности

**13.02.11 Техническая эксплуатация электрического и электромеханического оборудования
(по отраслям)**

Магнитогорск, 2023

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Монтажа и эксплуатации электрооборудования»
Председатель Л.А. Закирова
Протокол № 6 от 25.01.2023г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 4 от 08.02.2023г.

Разработчик (и):

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж

Л.М. Сарсенбаева

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Техническая механика».

Содержание практических работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация электрического и электромеханического оборудования (по отраслям) и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	3
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	5
Практическое занятие №1	5
Лабораторное занятие №1	8
Практическое занятие № 3	10
Практическое занятие № 4	13

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности).

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Техническая механика» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

У1. определять напряжения в конструкционных элементах

У2. проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;

У3. производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц;

У4. читать кинематические схемы.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.1. Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования

ПК 1.2. Организовывать и выполнять техническое обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования

ПК 5.1 Проводить ремонт простых деталей и узлов электроаппаратов и электрических машин.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Техническая механика» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

Практические и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.4 Плоская система произвольно расположенных сил

Практическое занятие №1 Определение реакции связей

Цель:

- изучить способ разложения силы на составляющие,
- изучить способы сложения сил, линии действия которых сходятся в одной точке;
- изучить геометрический и аналитический способы определения равнодействующей силы и уметь ими пользоваться.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У4. читать кинематические схемы;

Конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

Задание:

Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически.

Краткие теоретические сведения:

Дано:
 $F_1 = 25 \text{ кН}$
 $q = 2 \text{ кН/м}$
 $m = 100 \text{ кН} \cdot \text{м}$ $a = 1 \text{ м}$

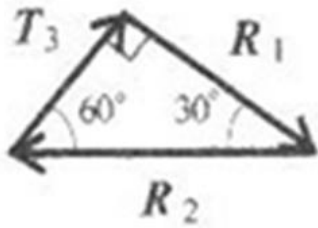
Найти:
 R_{Ax}
 R_{Ay}
 M_R

Решение:

1. Вычертить по варианту расчетную схему. Принять точку А с лева в подвижном шарнире, точку В с права в неподвижном шарнире. Указать на схеме искомые реакции связи R_{Ax} , R_{Ay} , R_{Bx} . Принять оси X и Y. (рис.а)
2. Заменяем распределенную нагрузку q сосредоточенной силой G . (рис.б)
 $G = q \cdot l = 2 \cdot 6 = 12 \text{ кН}$
3. Составим уравнения равновесия. Сумма моментов относительно точки А
 $\Sigma M_A = 0; 100 + 12 \cdot 3\text{м} - R_{By}$
 Из уравнения выражаем неизвестную R_{By} .

$$R_{By} = \frac{100 + 12 \cdot 3\text{м} + 25 \cdot 14\text{м} \cdot \cos 45^\circ}{10\text{м}} = 34,66 \text{ кН}$$

 Реакция направлена верно.
 Сумма моментов относительно точки В.



б

$$\Sigma M_z = 0; 100 \cdot 10 - 12 \cdot 7 + R_{zy} \cdot 10 + 25 \cdot 2 \cdot \cos 45^\circ = 0$$

Из уравнения выражаем неизвестную R_{zy} .

$$R_{zy} = \frac{-100 + 12 \cdot 7 - 25 \cdot 2 \cdot \cos 45^\circ}{10} = -5,1 \text{ кН}$$

Знак минус говорит о том что реакция направлена неверно. Меняем направление реакции на схеме. (рис. б) Сумма всех сил на ось X

$$\Sigma F_x = 0; R_{zx} + 25 \cdot \cos 45^\circ = 0$$

Из уравнения выражаем неизвестную R_{zx} .

$$R_{zx} = -25 \cdot \cos 45^\circ = -17,5 \text{ кН}$$

Знак минус говорит о том что реакция направлена неверно. Меняем направление реакции на схеме. (рис. б)

4. Проверку составив уравнение суммы проекций относительно оси Y.

$$\Sigma F_y = 0; R_{zy} - 25 \cdot \cos 45^\circ - R_{zy} - 12 = 0$$

Проверка выполнено верно, балка находится в равновесии

$$R_{zy} = 5,1 \text{ кН}, R_{zx} = 17,5 \text{ кН}$$

Порядок выполнения работы:

1. Оформить работу в тетрадь.
2. По алгоритму выполнить решение графического метода.
3. По алгоритму выполнить решение аналитического метода.

Форма представления результата:

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

Критерии оценки:

Оценка 3 – один из способов рассчитан верно.

Оценка 4 – оба способа посчитаны верно.

Оценка 5 – защита работы (по принятой преподавателем оси составить уравнение проекций).

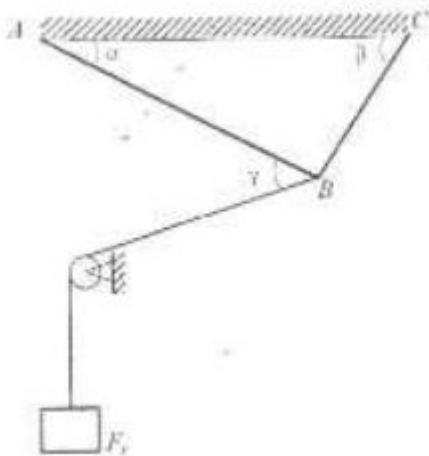
Самостоятельная работа:

Расчетно-графическая работа.

Вариант	a , м	m , кН·м	F_2 , кН	F_1 , кН	Схема
1	0,3	14	5	10	а
2	0,3	13	5,5	12	б
3	0,4	12	6	14	в
4	0,4	11	6,5	16	г
5	0,2	10	7	18	д
6	0,2	9	7,5	20	е
7	0,5	8	8	22	а
8	0,5	7	8,5	24	б
9	0,1	6	9	26	в

10	0,1	14	9,5	28	г
11	0,3	13	9,5	10	д
12	0,3	12	9	12	е
13	0,4	11	8,5	14	а
14	0,4	10	8	16	б
15	0,2	9	7,5	18	в
16	0,2	8	7	20	г
17	0,5	7	6,5	22	д
18	0,5	6	6	24	е
19	0,1	14	5,5	26	а
20	0,1	13	5	28	б
21	0,1	14	5	10	в
22	0,1	13	5,5	12	г
23	0,5	12	6	14	д
24	0,5	11	6,5	16	е
25	0,2	10	7	18	а
26	0,2	9	7,5	20	б
27	0,4	8	8	22	в
28	0,4	7	8,5	24	г
29	0,3	6	9	26	д
30	0,3	14	9,5	28	е

Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически. Данные для своего варианта взять из таблицы.



Тема 2.2 Растяжение и сжатие

Лабораторное занятие №1 Испытание образцов материалов на растяжение и сжатие.

Цель: получение диаграммы растяжения стального образца для вычисления механических характеристик материала. Получение диаграммы сжатия для разных материалов для вычисления механических характеристик материалов.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У4. читать кинематические схемы;

Материальное обеспечение:

Испытательный стенд виртуальной лабораторной работы приближенный к реальной установке «Разрывная машина ГСМ-50», Испытательный стенд виртуальной лабораторной работы приближенный к реальной установке «Пресс гидравлический ПГ-100», конспект лекций, линейка, карандаш, ластик

Задание:

- 1 построить диаграмму растяжения материала
- 2 построить диаграмму сжатия стали и древесины

Краткие теоретические сведения:

Растяжение

1. Проводя эксперимент снимать значения усилия P кН и абсолютного удлинения Δl для 12 характерных точек.
2. Перевести усилие P из кН в Н (кило 10^3). (см. столбик 4)
3. Посчитать относительную деформацию $\varepsilon = \Delta l/l_0$ (см. столбик 5)
4. Посчитать напряжение $\sigma(\text{МПа}) = P(\text{Н})/A(\text{мм}^2)$, где A – площадь сечения образца, находим по формуле $A = \pi d_0^2/4$. (см. столбик 6)
5. Начертить диаграмму растяжения по результатам вычислений в координатных осях напряжение - относительная деформация.
6. Определить модуль упругости материала $E(\text{МПа}) = \sigma/\varepsilon$. (см. столбик 7)

1 №1	2 P , кН	3 Δl , м	4 P , Н	5 ε	6 σ , МПа	7 E , МПа
1	19,9667	4,157e-006	19966,7	$\frac{4,57 * 10^{-3}(\text{мм})}{20(\text{мм})}$	$\frac{19966,7(\text{Н})}{314(\text{мм}^2)}$	$\frac{19966,7(\text{Н})}{0,00022}$

7. Чертим диаграмму.

Сжатие

1. Проводя эксперимент снимать значения усилия P кН и абсолютного удлинения Δl для 12 характерных точек.
2. Перевести усилие P из кН в Н (кило 10^3). (см. столбик 4)
3. Посчитать относительную деформацию $\varepsilon = \Delta l/l_0$ (см. столбик 5)
4. Посчитать напряжение σ (МПа) = $P(N)/A(mm^2)$, где A – площадь сечения образца, находим по формуле $A = \pi d_0^2/4$. (см. столбик 6)
5. Начертить диаграмму сжатия по результатам вычислений в координатных осях напряжение - относительная деформация.
6. Определить модуль упругости материала E (МПа) = σ/ε . (см. столбик 7)

1	2	3	4	5	6	7
№1	P , кН	Δl , м	P , Н	ε	σ , МПа	E , МПа
1	19,9667	4,157e-006	19966,7	$\frac{4,57 * 10^{-3}(мм)}{20(мм)}$	$\frac{19966,7(Н)}{314(мм^2)}$	$\frac{19966,7(Н)}{0,00022}$

7. Чертим диаграммы для двух экспериментов.

Порядок выполнения работы:

- 1 Оформить работу в тетрадь.
- 2 По алгоритму выполнить решение.

Форма представления результата:

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

Критерии оценки:

- Оценка 3 – верно построена диаграмма растяжения.
- Оценка 4 – верно построена диаграмма сжатия и растяжения.
- Оценка 5 – устная защита работы по конспекту.

Тема 2.3 Изгиб

Практическое занятие № 3

Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Расчёт на прочность при изгибе

Цель: научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У1. определять напряжения в конструкционных элементах

Материальное обеспечение:

Конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, карандаш, ластик

Задание:

По методу сечений построить эпюры изгибающих моментов и поперечной силы. Определить опасное сечение.

Краткие теоретические сведения:

	<p>Дано: $F_1 = 30 \text{ кН}$ $M = 55 \text{ кН}\cdot\text{м}$</p> <p>Найти: d</p> <p>Решение: 1. Определяем реакции опор, составляя уравнения равновесия.</p> $\sum M_A = 0; -F_1 \cdot 6 + M - R_B \cdot 10 + F_2 \cdot 12 = 0$ $R_B = \frac{-F_1 \cdot 6 + M + F_2 \cdot 12}{10} = 71 \text{ кН}$ <p>Реакция направлена верно</p> $\sum M_B = 0; R_A \cdot 10 + M - F_2 \cdot 2 + F_1 \cdot 4 = 0$ $R_A = \frac{-M + F_2 \cdot 2 - F_1 \cdot 4}{10} = -36 \text{ кН}$ <p>Знак минус говорит о том что реакция направлена неверно. Меняем направление реакции на схеме.</p> $\sum F_y = 0; -R_A + F_1 + R_B - F_2 = 0$ <p>Проверка сошлась, значит реакции определили верно.</p> <p>2. Для упрощения расчета можно использовать расчет внутренних факторов по характерным точкам.</p> <p>В точке А приложена реакция направленная вниз.</p> $Q_a = R_a = -36 \text{ кН}$ $M_a = 0$ <p>В точке С приложена внешняя сила направленная вверх – скачок вверх на величину 35 кН. С другой стороны момент 80 кН·м, следовательно появляется скачок момента.</p> $M_c^{\text{слева}} = R_a \cdot 6 = -36 \cdot 6 = -216 \text{ кН}\cdot\text{м}$ $M_c^{\text{справа}} = M_c^{\text{слева}} + M = -216 + 80 = -136 \text{ кН}\cdot\text{м}$ $Q_c = -R_a + F_1 = -36 + 35 = -1 \text{ кН}$
--	--

	<p>В точке В слева и справа момент имеет одинаковые значения.</p> $M_B = -R_a \cdot 10 + F_1 \cdot 4 + M = -36 \cdot 10 + 35 \cdot 4 + 80$ $= -140 \text{ кН} \cdot \text{м}$ $Q_B = F_2 = 70 \text{ кН}$ <p>Точка Д приложена сила.</p> $Q_D = F_2 = 70 \text{ кН}$ $M_D = 0$ <p>3. Строим эпюры Q и M_{изг.} 4. Подбираем размеры балки в опасном сечении по условию прочности.</p> $W_x = \frac{M_B}{[\sigma]} = \frac{216 \cdot 10^6}{160} = 1350 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$ <p>Выбираем двутавр №50. Ответ: Выбираем двутавр №50.</p>
--	---

Порядок выполнения работы:

- 1 Оформить работу в тетрадь.
- 2 По алгоритму выполнить решение.

Форма представления результата:

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

Критерии оценки:

- Оценка 3 – верно определены поперечные силы участков.
- Оценка 4 – верно определены моменты изгибов.
- Оценка 5 – устная защита работы по конспекту.

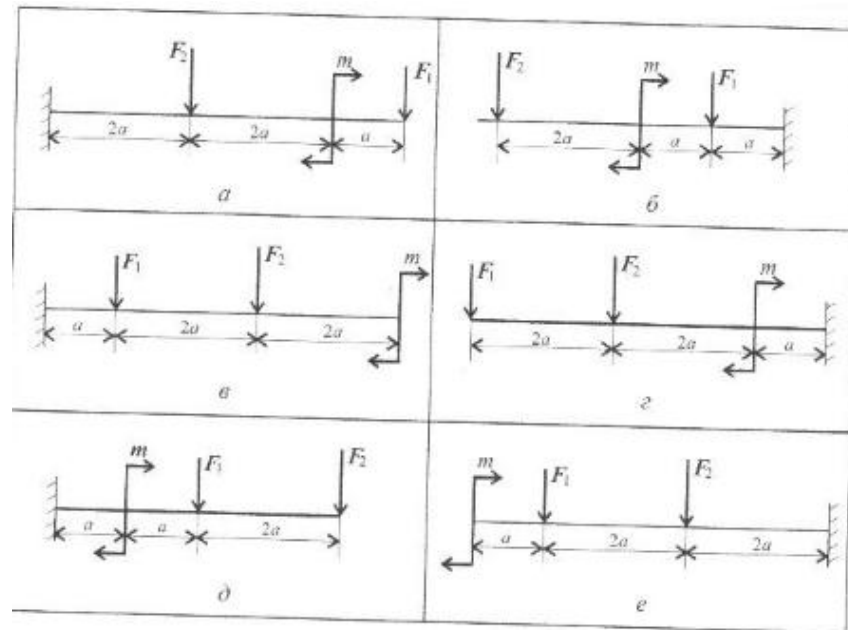
Самостоятельная работа:

Расчетно-графическая работа.

По методу сечений построить эпюры изгибающих моментов и поперечной силы. Определить опасное сечение. Данные для своего варианта взять из таблицы.

Вариант	M ₁ , Н·м	F ₁ , кН	F ₂ , кН	a, м	Схема
1	3	10	4,4	0,2	а
2	4	11	4,8	0,2	б
3	5	12	7,8	0,3	в
4	6	13	8,4	0,3	г
5	7	14	12	0,4	д
6	7	15	12,8	0,4	е
7	6	16	17	0,5	а
8	5	17	18	0,5	б
9	4	18	22,8	0,6	в
10	3	19	24	0,6	г
11	4,4	3	10	0,2	д
12	4,8	4	11	0,2	е

13	7,8	5	12	0,3	а
14	8,4	6	13	0,3	б
15	12	7	14	0,4	в
16	12,8	7	15	0,4	г
17	17	6	16	0,5	д
18	18	5	17	0,5	е
19	22,8	4	18	0,6	а
20	24	3	19	0,6	б
21	10	4,4	3	0,2	в
22	11	4,8	4	0,2	г
23	12	7,8	5	0,3	д
24	13	8,4	6	0,3	е
25	14	12	7	0,4	а
26	15	12,8	7	0,4	б
27	16	17	6	0,5	в
28	17	18	5	0,5	г
29	18	22,8	4	0,6	д
30	19	24	3	0,6	е



Тема 3.6 Соединения деталей машин. Редукторы

Практическое занятие № 4

Определение кинематических и силовых характеристик передач

Цель: научиться определять кинематические и силовые характеристики приводов, состоящих из ряда последовательно соединенных передач.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У3. производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц;
- У4. читать кинематические схемы.

Материальное обеспечение:

Конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, циркуль, карандаш, ластик

Задание:

Для привода машины, состоящего из механических передач определить угловые скорости и частоты вращения на валах, мощности и вращающие моменты на валах с учетом к.п.д., передаточные числа всех ступеней и привода, к.п.д. привода.

Принять: $\eta_{\text{подш}}=0,99$ - для пары подшипников;

- $\eta_{\text{цеп}}=0,95$ – для цепной передачи;
- $\eta_{\text{рем}}=0,96$ – для ременной передачи;
- $\eta_{\text{зуб}}=0,97$ – для зубчатой передачи;
- $\eta_{\text{чп}}=0,77-0,85$ – для червячной передачи.

Краткие теоретические сведения:

	<p>Дано: Описание привода</p> <p>Найти: Составить кинематическую схему</p> <p>Решение: 1. Исходя из описания привода изобразить последовательно передачи. Электродвигатель, муфта, цилиндрический шевронный редуктор, цепная передача, ленточный конвейер. 2. Указать позиции на схеме 1-электродвигатель, 2-муфта, 3-редуктор, 4-цепная передача, 5-конвейер.</p> <p>Ответ: графическое изображение привода</p>
--	--

Порядок выполнения работы:

1. Начертить схему привода в соответствии с вариантом.
2. Пронумеровать валы.
3. Определить передаточное отношение каждой ступени.

$$u_i = \frac{D_2}{D_1} \left(\frac{Z_2}{Z_1} \right) \left(\frac{Z_4}{Z_3} \right) \left(\frac{Z_6}{Z_5} \right)$$

4. Определить передаточного число привода.
 $u = u_1 \cdot u_2 \cdot (u_3)$
5. Определить частоту вращения валов.

$$n_1 = n_{\text{дв}}; \quad n_2 = \frac{n_1}{u_1}; \quad n_3 = \frac{n_2}{u_2}; \quad n_4 = \frac{n_3}{u_3}; \quad n_4 = \frac{n_1}{u}$$

6. Определить частоту вращения валов.

$$\omega_k = \frac{\pi n_k}{30} \text{ (рад/с)}$$

7. Определить мощности на валы.

$$P_1 = P_{\text{дв}} \text{ или } P_1 = P_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{подш}}; \quad P_2 = \frac{P_1}{u_1} \cdot \eta_1; \quad P_3 = \frac{P_2}{u_2} \cdot \eta_2; \quad P_4 = \frac{P_3}{u_3} \cdot \eta_3$$

8. Определить К.П.Д. привода

$$\eta = \eta_{\text{подш}}^k \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{пер}} \dots$$

где k – число пар подшипников.

Уточнить мощность

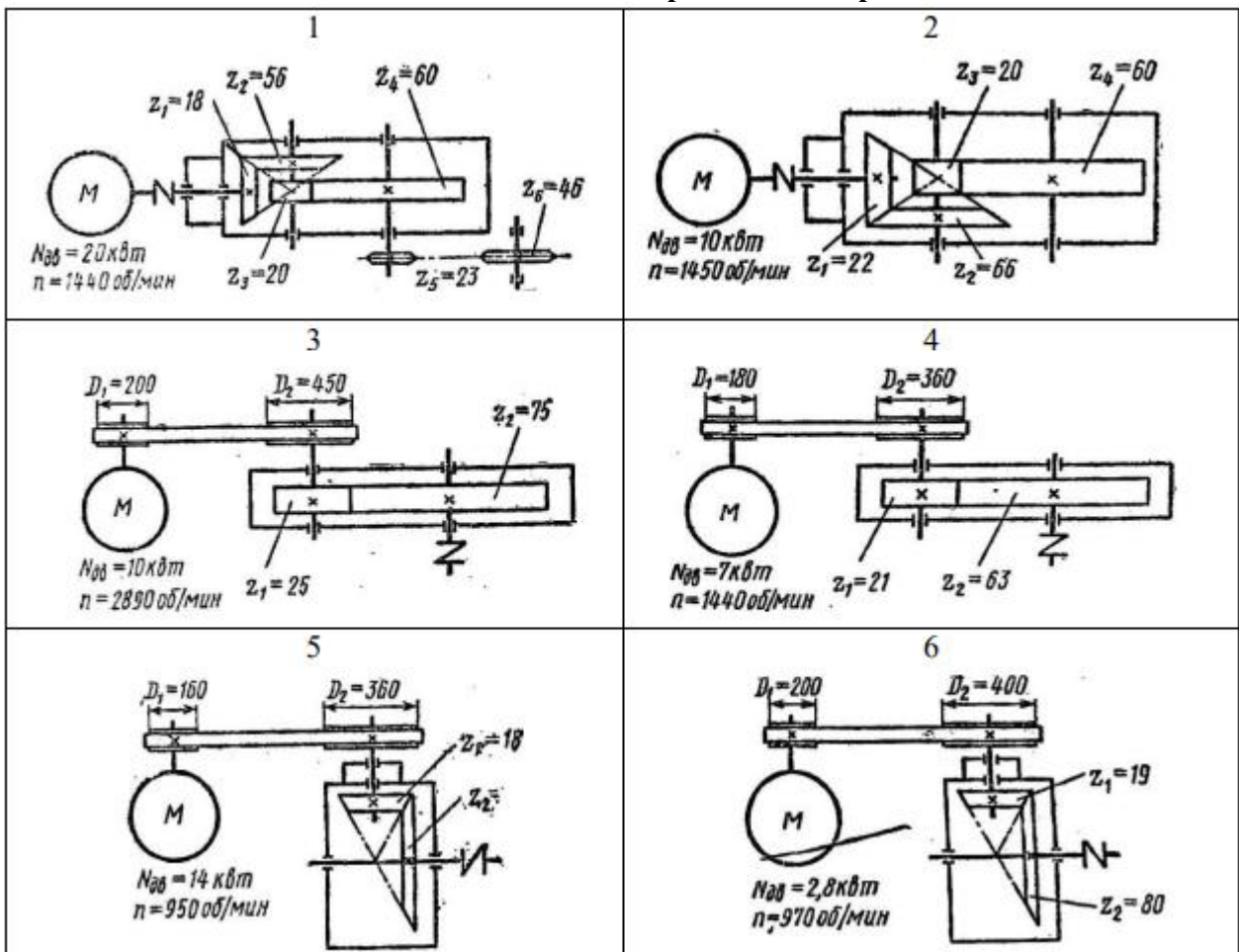
$$P_4 = \frac{P_{\text{дв}}}{u} \cdot \eta$$

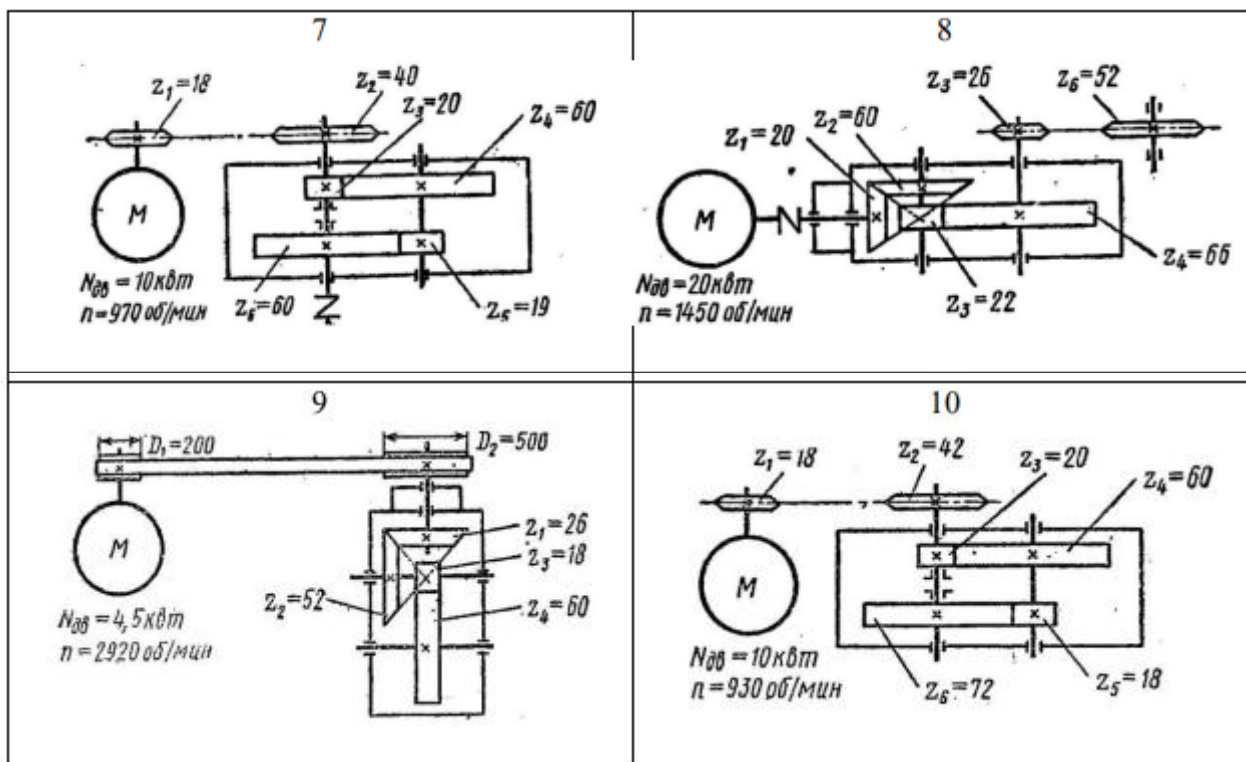
9. Определить вращающие моменты на валах

$$T = \frac{P_k}{\omega_k} \text{ (Нм); где } P \text{ - Вт; } \omega \text{ - рад/с.}$$

10. Вывод

Задания к практической работе





Форма представления результата:

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

Критерии оценки:

Оценка 3 – верно изображены кинематические схемы передач.

Оценка 4 – последовательность соединения выполнена верно.

Оценка 5 – устная защита работы по конспекту.

Самостоятельная работа:

Расчетно-графическая работа

Изучить последовательность работы привода и вычертить схему согласно заданию, указать позиции на схеме.