

Министерство общего и профессионального образования Ростовской области
НОВОШАХТИНСКИЙ ФИЛИАЛ
государственного бюджетного профессионального
образовательного учреждения Ростовской области
«ШАХТИНСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ
им. ак. Степанова П.И.»

РАССМОТРЕНО
на заседании ЦМК горных и
электромеханических дисциплин
Протокол № 1 от
«29» августа 2017 г.
Председатель _____ Е.И. Черкасская

УТВЕРЖДАЮ:
Зам. руководителя по УР
_____ Н.И. Пищулина
« 29 » августа 2017 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по проведению практических занятий

учебной дисциплины «Техническая механика»
для обучающихся заочного отделения

специальности **13.02.11** Техническая эксплуатация и обслуживание электрического
и электромеханического оборудования (по отраслям)
(базовая подготовка)

Разработал преподаватель _____ Т. П. Швец
Рецензент _____ Е.И. Черкасская

Рецензия

на методические указания для обучающихся заочного отделения по проведению практических занятий по дисциплине Техническая механика специальности **13.02.11** Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям) (базовая подготовка).

Методические указания составлены преподавателем Новошахтинского филиала государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Ростовской области «Шахтинский региональный колледж топлива и энергетики им. ак. Степанова П.И.» Швец Т.П.

Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине Техническая механика составлены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом специальности **13.02.11** Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям) (базовая подготовка).

Данные методические указания содержат основные требования, необходимые для закрепления знаний и формирования умений и навыков, которыми должен обладать выпускник специальности **13.02.11** Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям) (базовая подготовка). Методические указания изложены чётко, понятно и сопровождаются необходимыми рисунками, схемами и способствуют усвоению и пониманию теоретического материала.

Методические указания содержат тему работы, цель работы, краткие теоретические сведения, необходимые указания по выполнению работы, перечень заданий, список контрольных вопросов и список литературы.

Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине Техническая механика могут быть использованы либо в течение учебного семестра самостоятельно, либо в период лабораторно – экзаменационной сессии.

Рецензент

Черкасская Е.И

Общие указания к составлению отчёта

Практические занятия являются одним из элементов учебной деятельности обучающегося, выполнив которые, он должен составить отчёт.

Правильно составить отчёт, значит показать:

- степень усвоения знаний не только по дисциплине Техническая механика, но и по другим дисциплинам, изучаемым обучающимися данной специальности;
- умение проявить самостоятельность;
- творческий подход к выполнению заданий;
- знание нормативных документов, ГОСТов, ЕСКД;
- наиболее лучшую организацию своей работы, чтобы с наименьшими затратами времени и труда найти оптимальное техническое, математическое и другое решение;
- умение пользоваться справочной, информационной, нормативной литературой, ресурсами Интернет.

Отчёт выполняется рукописным способом на обеих сторонах листа формата А4. Оформление отчёта выполняется в соответствии с методическими указаниями по применению стандартов при оформлении учебной документации, текст отчёта иллюстрируется при необходимости графическим материалом в виде рисунков, схем, таблиц. Текст отчёта пишется пастой синего цвета. Отчёт составляется в соответствии с методическими указаниями к работе на основе результатов выполненной работы.

Проверяя отчёт, преподаватель отмечает:

- правильность оформления отчёта, т.е. соблюдение требований ГОСТ, ЕСКД и других нормативных документов;
- правильность выполнения задания;
- достоверность полученных результатов;
- ответы на контрольные вопросы и выводы по работе.

Преподаватель отмечает ошибки и выставляет оценку. В случае неудовлетворительной оценки отчёт возвращается. Обучающийся исправляет ошибки и вновь сдаёт отчёт для проверки.

Образовательные результаты, заявленные в ФГОС по дисциплине
Техническая механика

Методические указания к проведению лабораторных и практических занятий по дисциплине Техническая механика ориентированы на достижение следующих *целей*:

В результате освоения дисциплины обучающийся **д о л ж е н уметь:**

- 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;
- собрать конструкции из деталей по чертежам и схемам;
- читать кинематические схемы;

В результате освоения дисциплины обучающийся **д о л ж е н знать:**

- 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

Практическое занятие 1

Тема. Определение усилий в стержнях стержневой конструкции

Цель работы: Научиться определять усилия в стержнях конструкции аналитическим и графическим методами.

Задание: Определить усилия в стержнях заданной конструкции аналитическим и графическим способами. Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку журнала.

Порядок выполнения:

1. Изобразить заданную схему в соответствии с вариантом.
2. Выделить материальную точку, к которой приложена внешняя сила.
3. Определить тип связей, удерживающих точку.
4. Отбросить связи, заменить их действие силами реакции.
5. Составить расчетную схему, выделив точку, находящуюся в равновесии. Приложить к ней все действующие силы.
6. Выбрать оси координат.
7. Записать уравнения равновесия:
$$\begin{cases} \sum F_{kx} = 0 \\ \sum F_{ky} = 0 \end{cases}$$
8. Из уравнений равновесия найти величину сил реакции.
9. Записать величину усилий в стержнях.
10. Вычертить многоугольник сил, приложенных к точке.
11. Вывод.

Таблица 1 – Варианты заданий

Вариант	Схема	P_1	P_2	α	β	γ
		кН		градусы		
1	1	6	8	45	90	30
2	2	5	10	90	30	45
3	3	3	6	120	30	60
4	4	7	9	60	30	30
5	5	10	6	30	30	30
6	6	8	4	90	60	45
7	7	12	3	120	30	90
8	8	9	5	60	45	75
9	9	4	7	60	45	45
10	10	8	12	90	30	30
11	11	10	8	90	60	30
12	12	8	5	60	60	45
13	13	7	10	45	45	75
14	14	4	6	30	60	30
15	15	5	8	120	45	45
16	1	10	4	30	60	30
17	2	3	7	90	60	30
18	3	8	5	150	60	30
19	4	3	12	30	60	60
20	5	7	5	60	30	45
21	6	6	4	60	30	90
22	7	5	8	90	60	60
23	8	14	6	45	75	45
24	9	12	10	120	60	30
25	10	4	7	60	30	60
26	11	8	6	90	120	30
27	12	6	9	120	30	30
28	13	10	3	30	45	60
29	14	9	4	60	120	30
30	15	3	8	90	30	60
31	1	7	5	60	30	60
32	2	12	6	90	30	90
33	3	4	10	90	45	60
34	4	8	4	45	30	45

Задания к практической работе 1

<p>1</p>	<p>2</p>	<p>3</p>
<p>4</p>	<p>5</p>	<p>6</p>
<p>7</p>	<p>8</p>	<p>9</p>
<p>10</p>	<p>11</p>	<p>12</p>
<p>13</p>	<p>14</p>	<p>15</p>

Практическое занятие 2

Тема. Определение реакций опор балки на двух опорах

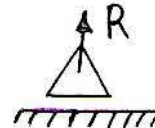
Цель работы: Научиться определять реакции опор балки, установленной на двух опорах.

Задание: Определить реакции опор балки на двух опорах. Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку в журнале.

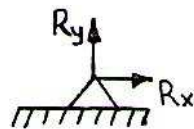
Принять: $q = 2 \frac{kH}{м}$; $P = 4kH$; $M = 2kH \cdot м$; $a = 2м$.

Порядок выполнения.

1. Изобразить схему в соответствии с вариантом.
2. Заменить распределенную нагрузку ее равнодействующей $Q=q \cdot l$. Приложить равнодействующую к балке в центре тяжести соответствующего прямоугольника.
3. Заменить опоры их реакциями. Реакцию шарнирно-подвижной опоры направить перпендикулярно к опорной поверхности.

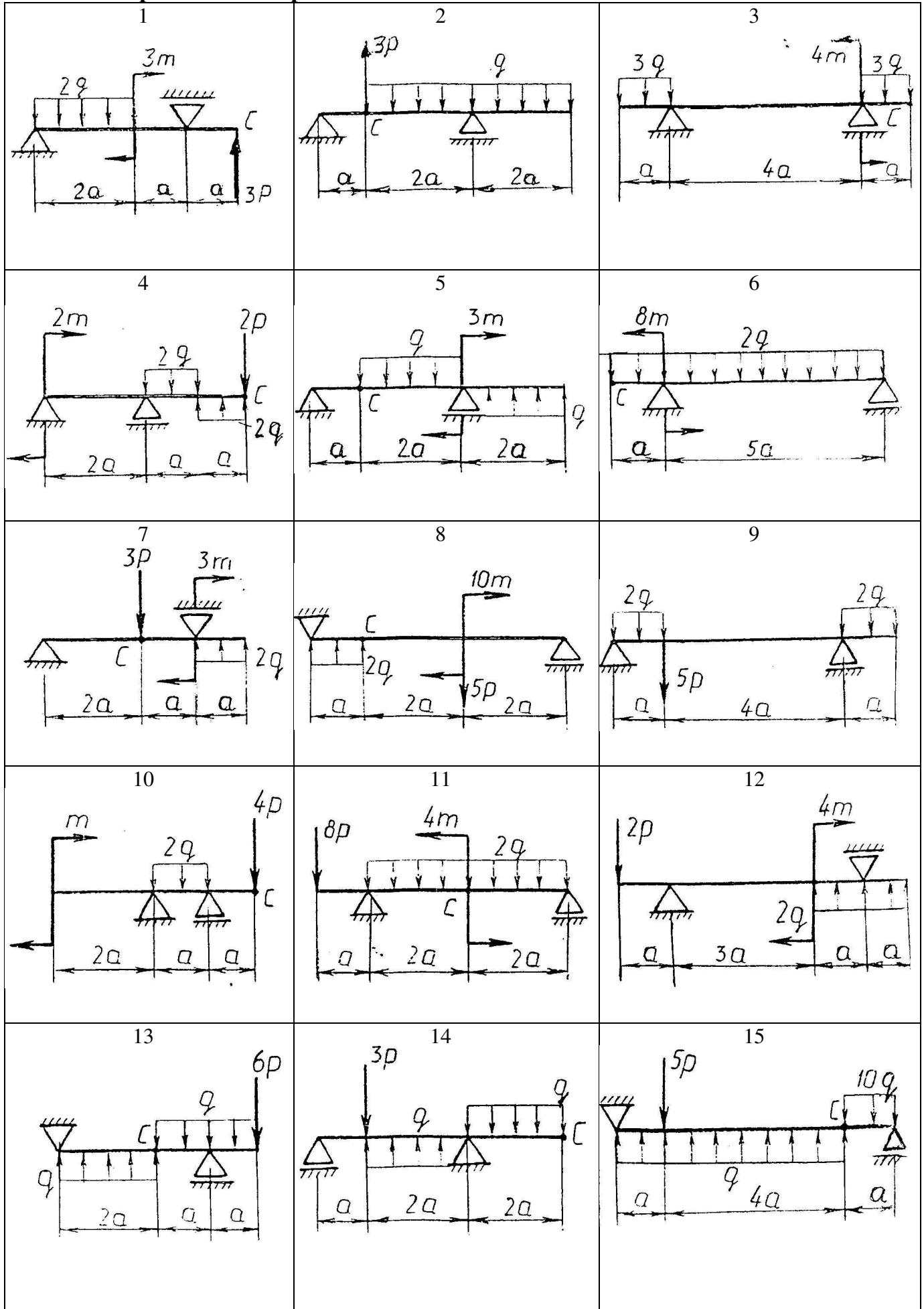


Реакцию шарнирно-подвижной опоры разложить на две составляющие, направленные по осям координат.



4. Составить расчетную схему балки.
5. Выбрать оси координат и центры моментов.
6. Составить уравнение равновесия: $\sum M_A = 0$; $\sum M_B = 0$; $\sum F_{kx} = 0$.
7. Из уравнений равновесия найти неизвестные реакции опор.
8. Провести проверку правильности решения, составив уравнения $\sum F_{ky} = 0$.
9. Записать ответы.
10. Вывод.

Задания к практической работе 2



Практическое занятие 3

Тема. Определение координат центра тяжести плоской фигуры

Цель работы: Научиться определять координаты центра тяжести плоской фигуры сложной формы.

Задание: Определить координаты центра тяжести сложной плоской фигуры. Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку в журнале.

Порядок выполнения.

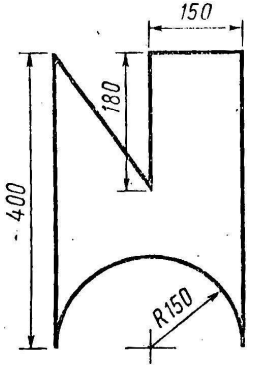
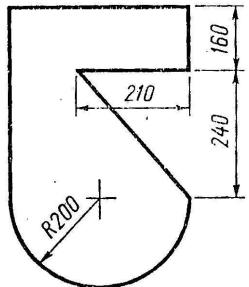
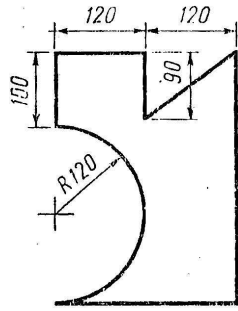
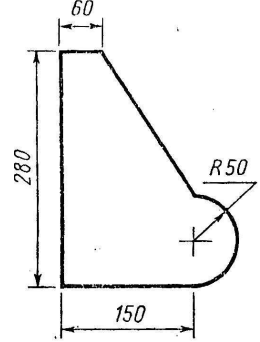
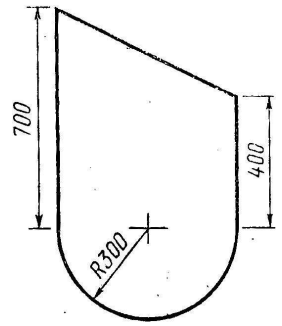
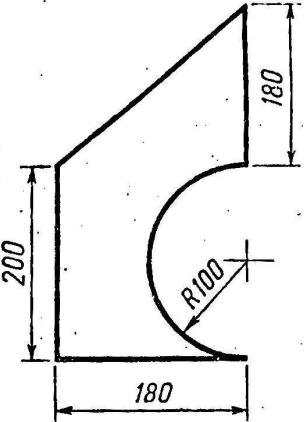
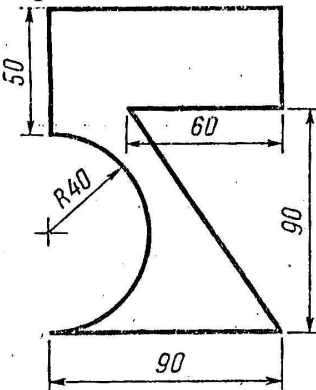
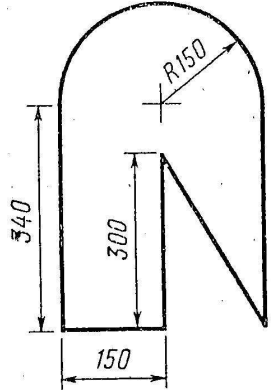
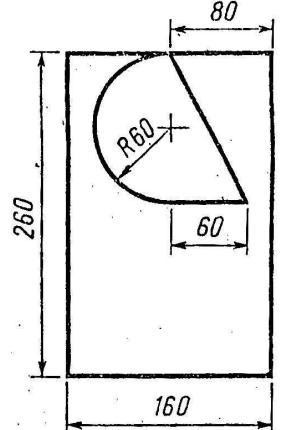
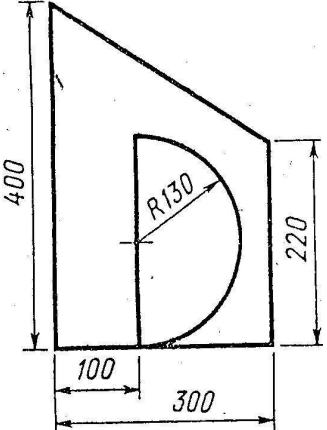
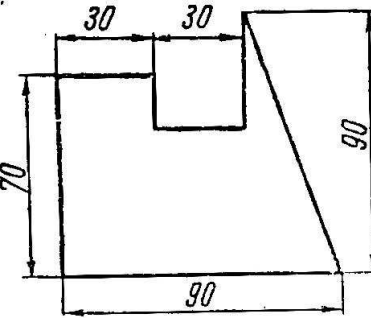
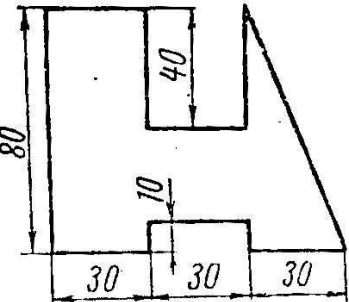
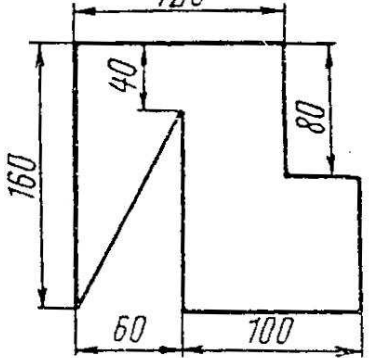
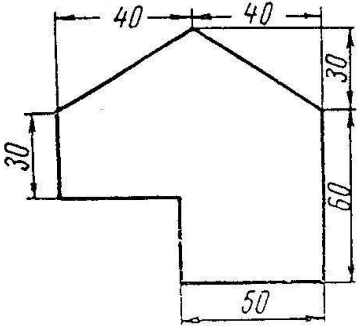
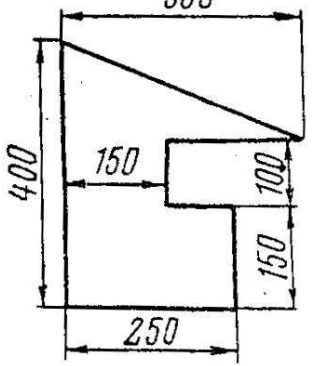
1. Изобразить заданную фигуру в соответствии с заданием в произвольном масштабе.
2. Выбрать оси координат.
3. Разбить фигуру на составные части, положение центров тяжести которых известно или легко определяется.
4. Определить площади составных частей. Площади вырезов принимать отрицательными.
5. Определять координаты центров тяжести составных частей.
6. Найденные значения площадей, а также координаты их центров тяжести представить в соответствующие формулы и вычислить координаты центра тяжести всей фигуры.

$$X_C = \frac{\sum A_k \cdot X_k}{\sum A_k} = \frac{A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 + A_3 \cdot X_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} =$$

$$Y_C = \frac{\sum A_k \cdot Y_k}{\sum A_k} = \frac{A_1 \cdot Y_1 + A_2 \cdot Y_2 + A_3 \cdot Y_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} =$$

7. По найденным координатам нанести на эскизе положение центра тяжести фигуры.
8. Вывод.

Задания к практическому занятию 3

<p>Вариант 1, 16</p> 	<p>Вариант 2, 17</p> 	<p>Вариант 3, 18</p> 	<p>Вариант 4, 19</p> 	<p>Вариант 5, 20</p> 
<p>Вариант 6, 21</p> 	<p>Вариант 7, 22</p> 	<p>Вариант 8, 23</p> 	<p>Вариант 9, 24</p> 	<p>Вариант 10, 25</p> 
<p>Вариант 11, 26</p> 	<p>Вариант 12, 27</p> 	<p>Вариант 13, 28</p> 	<p>Вариант 14, 29</p> 	<p>Вариант 15, 30</p> 

Практическое занятие 4

Тема. Расчеты стержней, испытывающих деформацию растяжения (сжатия)

Цель работы: Научиться выполнять расчеты элементов конструкций, испытывающих деформацию растяжения (сжатия).

Задание: Для заданного двухступенчатого стального бруса, нагруженного двумя силами F_1 и F_2 , построить эпюры продольных сил (N_z). Определить площади поперечных сечений и диаметр каждой ступени бруса из условия прочности; построить эпюры нормальных напряжений; определить удлинение (укорочение) каждой ступени и найти перемещение свободного конца бруса.

При расчетах принять $[\sigma]=150\text{МПа}$; $E=2\cdot 10^5\text{МПа}$. Исходные данные выбрать из таблицы.

Номер варианта взять в соответствии с номером обучающегося в списках по журналу.

Порядок выполнения:

1. Изобразить расчетную схему в соответствии с вариантом.
2. Выписать исходные данные из таблицы.
3. Разделить брус на участки, границы которых определяются сечениями, где изменяются площадь поперечного сечения или приложены внешние нагрузки. Пронумеровать участки.
4. Определить внутренние силовые факторы на каждом участке для чего применить метод сечения.
5. Построить эпюру N_z .
6. Из условия прочности при растяжении.

$$\sigma_{max} = \frac{N_z}{A} \leq [\sigma]$$

Найти площадь поперечных сечений бруса на каждом участке.

$$A \geq \frac{N_{zi}}{[\sigma]} \quad (\text{мм}^2)$$

Определить диаметр каждого из сечений:

$$d \geq \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (\text{мм})$$

Округлить диаметр бруса до стандартного из ряда чисел $R40$.

Уточнить площади поперечных сечений: $A'_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}$ $A'_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$

8. Определить напряжения на каждом из участков.

$$\sigma_{ист} = \frac{N_z}{A'_i} \quad (\text{МПа})$$

9. Построить эпюру нормальных напряжений по длине бруса.
10. Определить деформацию каждого участка.

$$\Delta l_i = \frac{N_i l_i}{A_i \cdot E} = \frac{\sigma_i l_i}{E} \text{ (мм)}$$

11. Определить перемещение свободного конца бруса.

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2$$

12. Вывод.

Задания к практическому занятию 4

Вариант 1, 11, 21	Вариант 2, 12, 22	Вариант 3, 13, 23	Вариант 4, 14, 24	Вариант 5, 15, 25
Вариант 6, 16, 26	Вариант 7, 17, 27	Вариант 8, 18, 28	Вариант 9, 19, 29	Вариант 10, 20, 30

Практическое занятие 5

Тема. Расчеты на прочность при изгибе

Цель работы: Научиться строить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил и производить расчеты на прочность при изгибе.

Задание: Для заданной расчетной схемы оси определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, подобрать диаметр оси из условия прочности при изгибе. Номер варианта принять согласно номеру студента в списке по журналу. Для расчетов принять: материал оси — сталь 40, допускаемое напряжение на изгиб $[\sigma_u] = 100 \text{ МПа}$.

Порядок выполнения.

1. Изобразить расчетную схему.
2. Выписать исходные данные из таблицы.
3. Заменить действие опор на балку силами реакций.
4. Составить уравнение равновесия для плоской системы параллельных сил:
 $\sum MA = 0; \quad \sum MB = 0.$
5. Найти из уравнений равновесия неизвестные силы реакций.
6. Определить поперечную силу в каждом из характерных сечений, как сумму внешних сил, приложенных по одну сторону от сечения.
7. Построить эпюру поперечных сил.
8. Определить величину изгибающего момента для каждого характерного сечения, как сумму моментов внешних сил, приложенных по одну сторону от сечения, относительно центра тяжести этого сечения.
9. Построить эпюру изгибающих моментов.
10. Выбрать наиболее нагруженное сечение, где $M_{i\max}$.
11. Записать уравнение условия прочности при изгибе:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{i\max}}{W_x} \leq [\sigma_u]$$

12. Найти требуемую величину осевого сопротивления сечения:

$$W_x \geq \frac{M_{i\max}}{[\sigma_u]}; \quad \text{из выражения; } W_x = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1d^3.$$

13. Определить диаметр наиболее нагруженного поперечного сечения оси:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{10W_x}$$

14. Округлить диаметр до ближайшего стандартного значения из ряда R40 по таблице 2
15. Вывод

Задания к практическому занятию 5

<p>1</p> <p> $P_1 = 70 \text{ kN}$ $P = 50 \text{ kN}$ $0,3 \text{ m}$, $0,6 \text{ m}$, $0,2 \text{ m}$ </p>	<p>2</p> <p> $P_1 = 20 \text{ kN}$ $P_2 = 30 \text{ kN}$ $0,2 \text{ m}$, $1,2 \text{ m}$, $0,4 \text{ m}$ </p>
<p>3</p> <p> $1,6 \text{ m}$ $0,2 \text{ m}$, $0,4 \text{ m}$ $P_1 = 50 \text{ kN}$, $P_2 = 80 \text{ kN}$ </p>	<p>4</p> <p> 2 m 1 m, $0,8 \text{ m}$ $P_1 = 40 \text{ kN}$, $P_2 = 80 \text{ kN}$ </p>
<p>5</p> <p> $2,4 \text{ m}$ $0,5 \text{ m}$, $0,5 \text{ m}$ $P_1 = 50 \text{ kN}$, $P_2 = 25 \text{ kN}$ </p>	<p>6</p> <p> $P_2 = 40 \text{ kN}$ $P_1 = 80 \text{ kN}$ $0,4 \text{ m}$, $1,4 \text{ m}$, $0,5 \text{ m}$ </p>
<p>7</p> <p> $P_1 = 80 \text{ kN}$ $0,2 \text{ m}$, $0,6 \text{ m}$ $1,6 \text{ m}$, $P_2 = 40 \text{ kN}$ </p>	<p>8</p> <p> 3 m $0,6 \text{ m}$, $0,6 \text{ m}$ $P_1 = 20 \text{ kN}$, $P_2 = 30 \text{ kN}$ </p>
<p>9</p> <p> 2 m $0,4 \text{ m}$, $0,5 \text{ m}$ $P_1 = 40 \text{ kN}$, $P_2 = 80 \text{ kN}$ </p>	<p>10</p> <p> $2,4 \text{ m}$ $0,8 \text{ m}$, $0,8 \text{ m}$ $P_1 = 40 \text{ kN}$, $P_2 = 10 \text{ kN}$ </p>

Практическое занятие 6

Тема. Определение кинематических и силовых характеристик передач

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

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

$\eta_{цеп}=0,95$ – для цепной передачи;

$\eta_{рем}=0,96$ – для ременной передачи;

$\eta_{зуб}=0,97$ – для зубчатой передачи;

$\eta_{чп}=0,77-0,85$ – для червячной передачи.

Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку в журнале.

Порядок выполнения.

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.

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

6. Определить частоту вращения валов.

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

7. Определить мощности на валов.

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

8. Определить К.П.Д. привода

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

где k – число пар подшипников.

Уточнить мощность

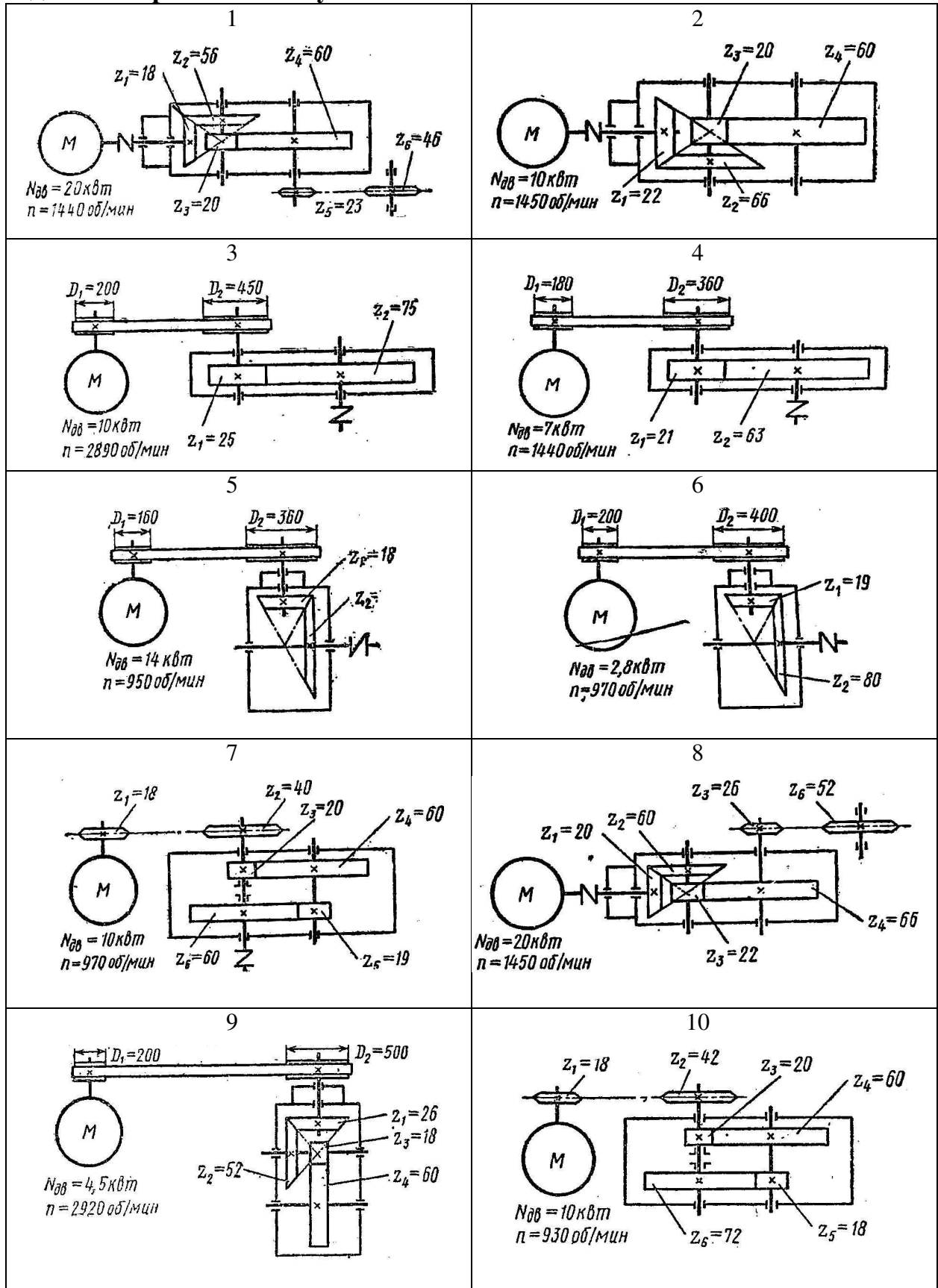
$$P_4 = \frac{P_{дв}}{u} \cdot \eta$$

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 практическому занятию 6



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники

- 1) Эрдеди А.А. Техническая механика. Учебник для студентов учреждений СПО/ А.А. , Н.А. Эрдеди - М.: Издательский центр «Академия» 2016. - 528 с.

Дополнительные источники

- 2) *Ахметзянов, М. Х.* Техническая механика (сопротивление материалов) : учебник для СПО / М. Х. Ахметзянов, И. Б. Лазарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 300 с. — (Профессиональное образование).

Интернет-ресурсы

- 3) <http://www.edu.ru/> - Российское образование. Федеральный портал
- 4) <http://window.edu.ru/> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 5) <http://garant-rostovdon.ru/> - Информационно-правовой портал
- 6) <http://www.ict.edu.ru/> Информационно-коммуникационные технологии в образовании
- 7) <http://www.openet.edu.ru> Российский портал открытого образования

