

Пояснительная записка.

Методические указания по выполнению практических работ подготовлены на основе рабочей программы учебной дисциплины «Техническая механика», разработанной на основе ФГОС СПО по специальности 13.02.07 «Электроснабжение (по отраслям)» и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

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

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

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

ПК 2.4. Выполнять основные виды работ по обслуживанию воздушных и кабельных линий электроснабжения;

ПК 2.5. Разрабатывать и оформлять технологическую и отчетную документацию.

ПК 3.2. Находить и устранять повреждения оборудования;

ПК 3.3. Выполнять работы по ремонту устройств электроснабжения.

Целью освоения дисциплины «Техническая механика» является ознакомление с современными методами расчета на прочность и жесткость типовых деталей и элементов конструкций с концентраторами напряжений.

При выполнении практических работ студент должен **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

При выполнении практических работ студент должен **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;
- собирать конструкции из деталей по чертежам и схемам;- читать кинематические схемы.

Содержание практических занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объём практических занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность практического занятия - 2 академических часа. Перед проведением практического занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению практических работ дисциплины «Техническая механика» содержит 5 практических занятий.

**Перечень практических работ
по дисциплине «Техническая механика»**

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.

Тема: Определение реакций в опорах двухопорной и заземленной балки

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2.

Тема: Определение координат центра тяжести плоских фигур

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.

Тема: Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений, определение перемещений свободного конца бруса, проверка на прочность.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4.

Тема: Расчет на прочность при кручении

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5.

Тема: Расчет на прочность при изгибе

ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации. Практические работы включают в себя задания следующих видов:

1. Решение задач

Внимательно прочитайте цель работы, ознакомьтесь с требованиями к уровню вашей подготовки, краткими теоретическими и справочно - информационными материалами по теме практической работы, выполнить задания.

Номер варианта вашего задания соответствует порядковому номеру в журнале учебных занятий. Все задания к практической работе вы должны выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец. Отчет о выполнении практического занятия оформляется в специальной тетради и сдается преподавателю для проверки по окончании занятия.

В отчете указывается:

- номер практического занятия;
- тема;
- цель;
- решение задания (приводятся необходимые формулы, указываются единицы измерения величин);
- ответы на контрольные вопросы;
- вывод - результат по задаче.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.

Тема: Определение реакций в стержнях. Определение реакций в опорах двухопорной и заземленной балки.

Цель работы: Научиться определять усилия в стержнях конструкции аналитическим методом. Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку журнала.

Оборудование: линейка, карандаш, калькулятор.

Справочный материал: справочник по материаловедению.

Содержание работы:

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.

$$\begin{cases} \sum F_{ix} = 0 \\ \sum F_{iy} = 0 \end{cases}$$

7. Записать уравнения равновесия:
8. Из уравнений равновесия найти величину сил реакции.
9. Записать величину усилий в стержнях.
10. Вычертить многоугольник сил, приложенных к точке.
11. Вывод.

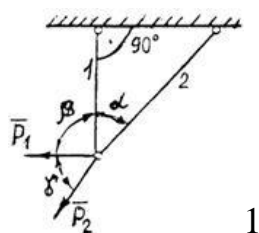
Задание 1.

Определить усилия в стержнях конструкции аналитическим методом.

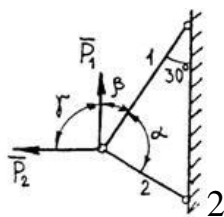
Таблица1 – Варианты заданий

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

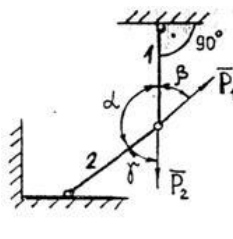
Схемы к заданию №1



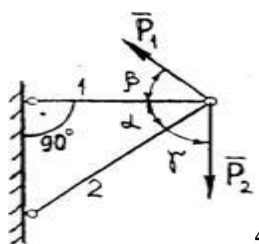
1



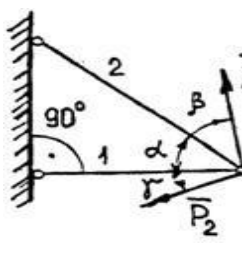
2



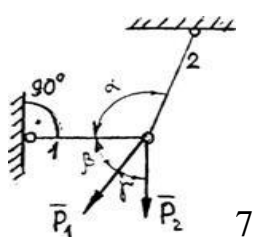
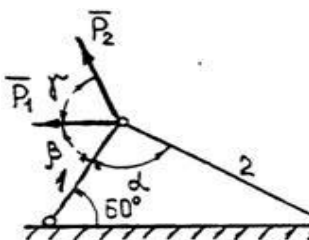
3



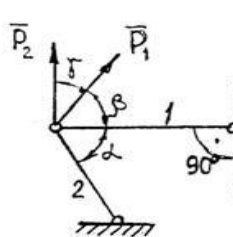
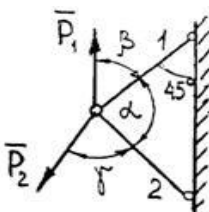
4 5



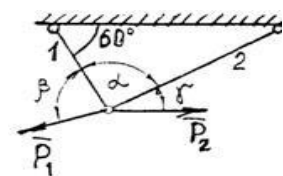
6



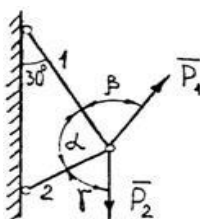
7 8



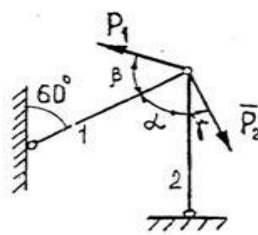
9



10

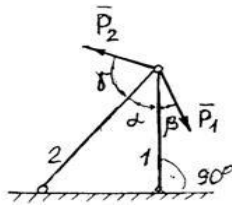


11

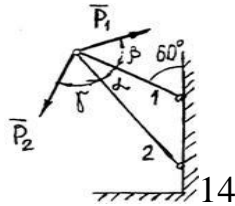


12

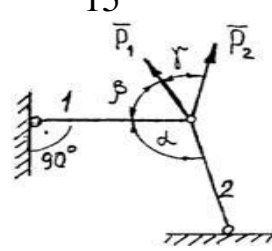
13



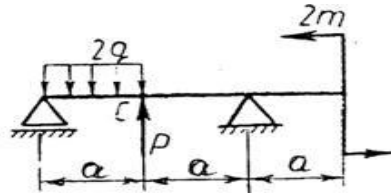
14



15



16



Задание 2.

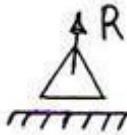
Определить реакции в опорах двухопорной балки.

1 **Принять:** $P = 4 \text{ кН}$; $M = 2 \text{ кН} \cdot \text{м}$; $a = 2 \text{ м}$.

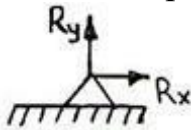
2. Изобразить схему в соответствии с вариантом.

3. 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: $\sum M_A = 0$; $\sum M_B = 0$; $\sum R_x = 0$.

7. Из уравнений равновесия найти неизвестные реакции опор.

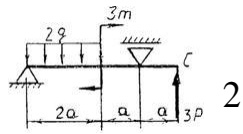
8. Провести проверку правильности решения, составив уравнения $\sum R_y = 0$.

9. Записать ответы.

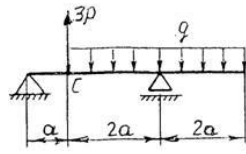
10. Вывод.

Схемы к заданию №2

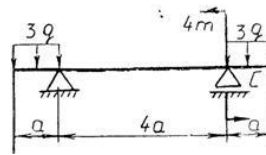
1



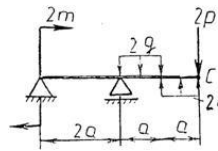
2



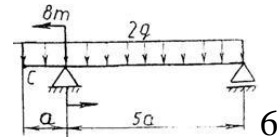
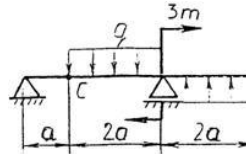
3



4

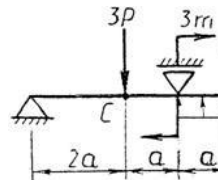


5

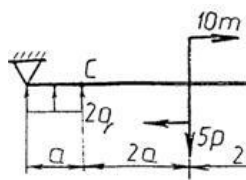


6

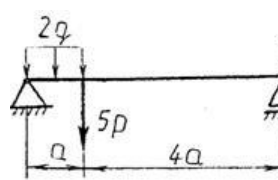
7



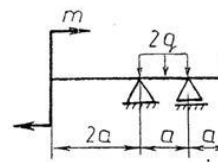
8



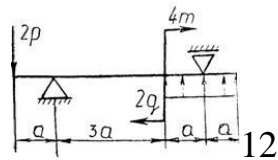
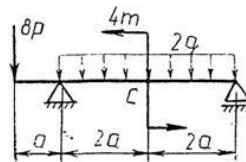
9



10

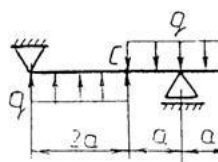


11

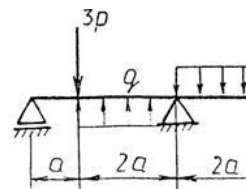


12

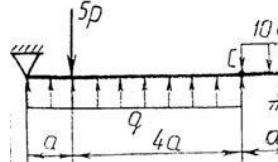
13



14



15

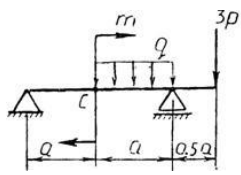


16

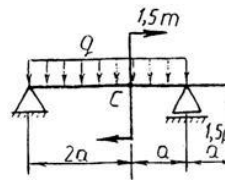
17

18

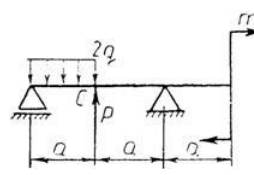
19



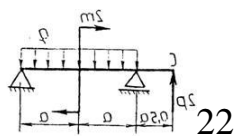
20



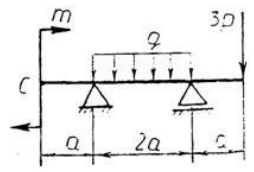
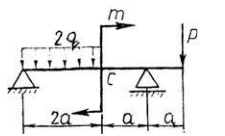
21



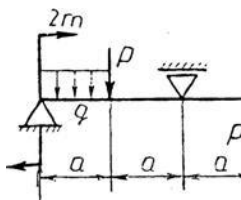
22 23



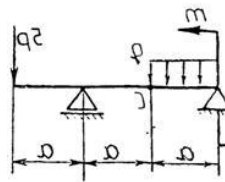
24



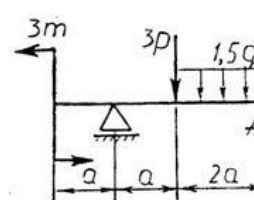
25



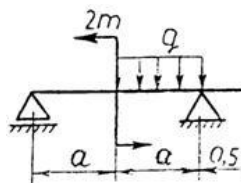
26



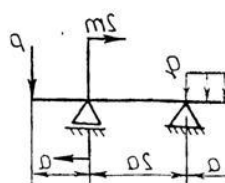
27



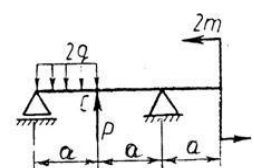
28



29



30



Задание 3.

Определить реакции жесткой заделки консольной балки. Определить реакции жесткой заделки балки. Схему выбрать в соответствии с номером студента по списку в журнале.

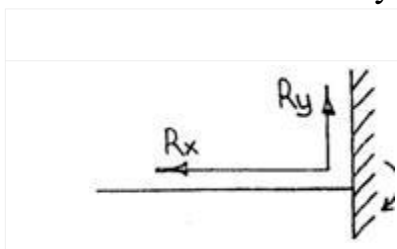
1. Принять: $q = 2 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$; $P = 4 \text{ кН}$; $M = 2 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

2. Изобразить схему в соответствии с вариантом.

3. Заменить распределенную нагрузку ее равнодействующей $Q = q \cdot l$.

Приложить равнодействующую к балке в центре тяжести соответствующего прямоугольника.

4. Заменить жесткую заделку ее реакциями.



5. Составить расчетную схему балки.

6. Выбрать оси координат.

7. Составить уравнения равновесия: $\sum M_A = 0$,
 $\sum F_{Ax} = 0$; $\sum F_{Ay} = 0$.

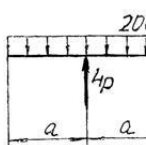
8. Из уравнений равновесия найти неизвестные реакции.

9. Провести проверку правильности решения, составить уравнения: $\sum M_C = 0$.

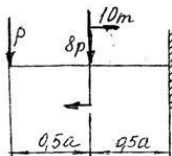
10. Записать ответы.

11. Вывод.

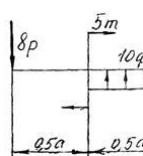
Схемы к заданию №3



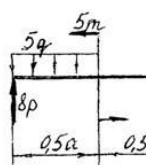
1



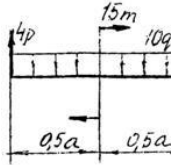
2



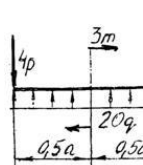
3



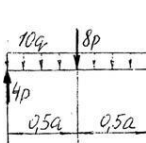
4



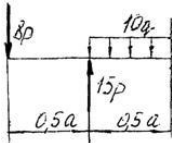
5



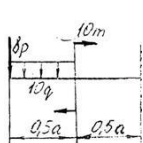
6



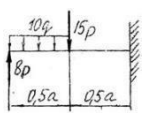
7



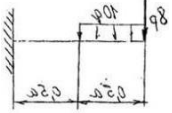
8



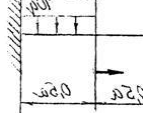
9



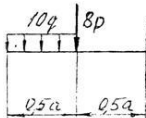
10



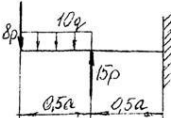
11



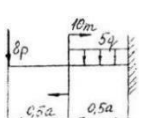
12



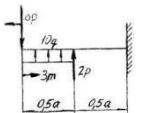
13



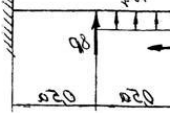
14



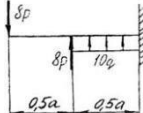
15



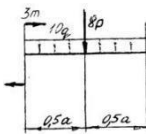
16



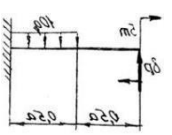
17



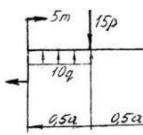
18



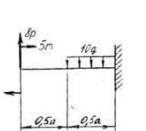
19



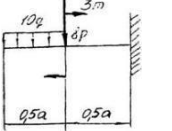
20



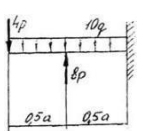
21



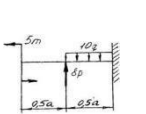
22



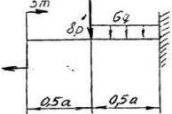
23



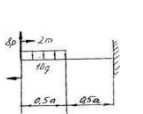
24



25

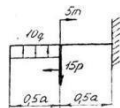


26

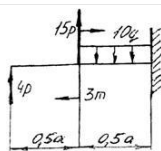


27

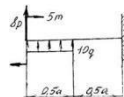
28



29



30



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2.

Тема: Определение координат центра тяжести плоской фигуры.

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

Оборудование: карандаш, транспортир, тетрадь в клеточку.

Справочный материал: справочник по материаловедению.

Содержание работы:

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.

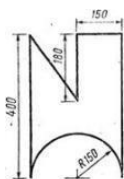
$$X_c = \frac{\sum A_k \cdot X_k}{\sum A_k} = \frac{A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 + A_3 \cdot X_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} =$$

$$y_c = \frac{\sum A_k \cdot y_k}{\sum A_k} = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + A_3 \cdot y_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} =$$

6. По найденным координатам нанести на эскизе положение центра тяжести фигуры.

7. Вывод.

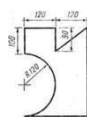
Схемы к практической работе №2



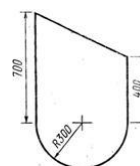
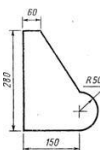
Вариант 1, 16



Вариант 3, 18

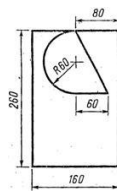
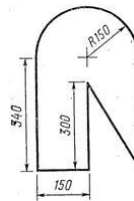
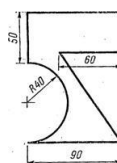
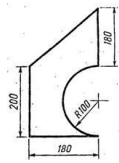


Вариант 4, 19



2, 17

Вариант 5, 20



Вариант

Вариант

Вариант

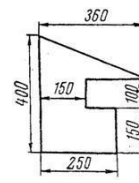
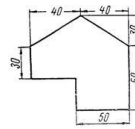
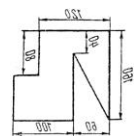
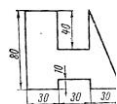
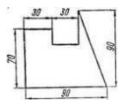
6, 21

7, 22

8, 23

Вариант 9, 24

Вариант 10, 5



Вариант 12, 27

Вариант 13, 28

Вариант 14, 29

Вариант 15, 30

Вариант 11, 26

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.

Тема: Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений, определение перемещений свободного конца бруса, проверка на прочность.

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

Оборудование: карандаш, линейка, транспортир, тетрадь в клеточку.

Справочный материал: справочник по материаловедению.

Содержание работы

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 $\sigma_{\text{доп}} = 150 \text{ МПа}$; $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$. Исходные данные выбрать из таблицы.

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

Задание .

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.

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

Найти площадь поперечных сечений бруса на каждом участке.

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

Определить диаметр каждого из сечений:

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

Округлить диаметр 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.

$$\sigma_{\text{н.н}} = \frac{N_z}{A'} \text{ (МПа)}$$

9. Построить эпюру нормальных напряжений по длине бруса.

10. Определить деформацию каждого участка.

$\Delta l_i = (\text{мм})$

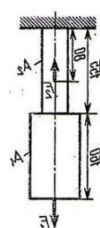
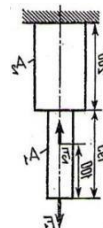
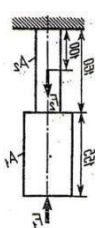
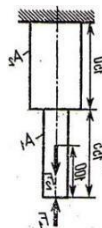
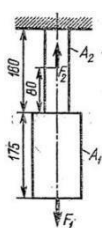
11. Определить перемещение свободного конца бруса.

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

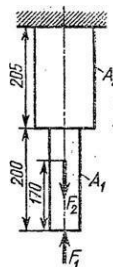
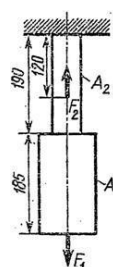
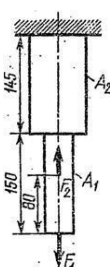
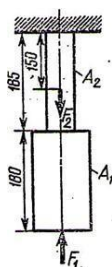
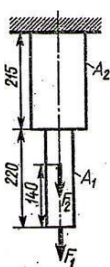
12. Вывод.

Схемы к практической работе №3

Вариант	Вариант	Вариант	Вариант	Вариант
1, 11, 21	2, 12, 22	3, 13, 23	4, 14, 24	5, 15, 25



Вариант	Вариант	Вариант	Вариант	Вариант
6, 16, 26	7, 17, 27	8, 18, 28	9, 19, 29	10, 20, 30



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4.

Тема: Расчет на прочность при кручении.

Цель: Научиться определять величину крутящих моментов, определять диаметр вала из условия прочности при кручении и определять угол закручивания.

Оборудование: карандаш, линейка, транспортир, тетрадь в клеточку.

Содержание работы.

Принять мощность на колесах: $P_2=0,5P_1$; $P_3=0,3P_1$; $P_4=0,2P_1$

Схему и исходные данные выбрать в соответствии с номером студента по списку в журнале.

Для всех вариантов принимать: $[\tau]=25\text{МПа}$; $G=8\cdot 10^4\text{МПа}$

Задание.

1. Изобразить расчетную схему.
2. Разбить вал на участки и пронумеровать их.
3. Определить мощность на колесах.
4. Определить вращающие моменты на колесах: $M_{вр} = N_m$, где P – мощность на колесе (Вт), ω – угловая скорость (рад/с)
5. Определить крутящие моменты на каждом участке – M_k .
6. Построить эпюру крутящих моментов – M_k .
7. Из условия прочности при кручении:

$$\tau_{\text{факт}} = \frac{M_k}{W_p} \leq [\tau]$$

определить требуемый поперечный момент сопротивления для каждого участка:

$$W_p \geq \frac{M_k}{[\tau]}$$

8. Определить диаметр вала для каждого участка:

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2^3; \quad d \geq \sqrt[3]{\frac{16W_p}{\pi}} \approx \sqrt[3]{5W_p}$$

Округлить полученное значение до стандартных.

9. Определить полярные моменты инерции сечений для каждого участка:

$$J_p = 0,1d^4 (\text{мм}^4)$$

10. Определить углы закручивания каждого участка, приняв длины участков одинаковыми и равными $l=300\text{мм}$

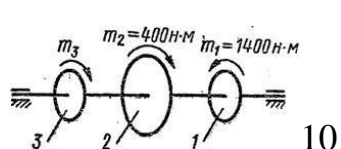
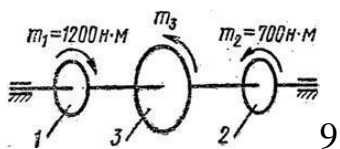
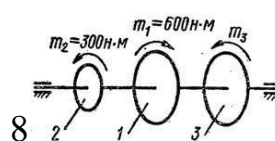
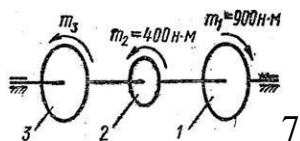
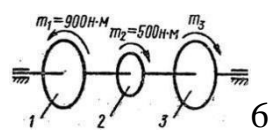
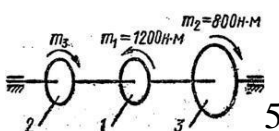
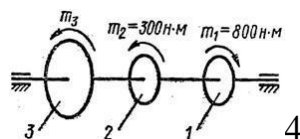
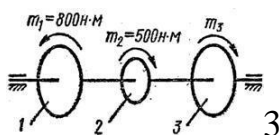
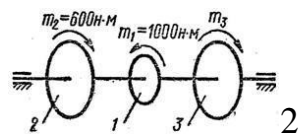
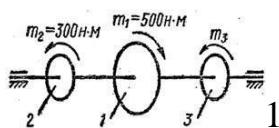
11. Вывод.

Таблица – Варианты заданий

Вариант	$P_1\text{кВт}$	$\omega\text{рад/с}$	№ схемы

1, 11, 21.	30	20	1
2, 12, 22.	22	30	2
3, 13, 23.	15	10	3
4, 14, 24.	18	40	4
5, 15, 25.	10	30	5
6, 16, 26.	25	35	6
7, 17, 27.	35	40	7
8, 18, 28.	24	15	8
9, 19, 29.	50	100	9
10, 20, 30.	11	24	10

Схемы к практической работе №4



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5.

Тема: Расчет на прочность при изгибе

Цель: Научиться построению эпюр изгибающих моментов и поперечных сил и производить расчеты на прочность при изгибе.

Оборудование: карандаш, линейка, транспортир, тетрадь в клеточку.

Содержание работы:

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 $[\sigma_x] = 100 \text{ МПа}$.

Задание:

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:

$$\sum M_A = 0; \sum M_B = 0.$$

4. Найти из уравнений равновесия неизвестные силы реакций.
5. Определить поперечную силу в каждом из характерных сечений, как сумму внешних сил, приложенных по одну сторону от сечения.
6. 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 $M_{\text{и}} = \max$.
11. Записать уравнение условия прочности при изгибе:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M_{\text{и max}}}{W_x} \leq [\sigma_x]$$

12. Найти требуемую величину осевого сопротивления сечения:

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

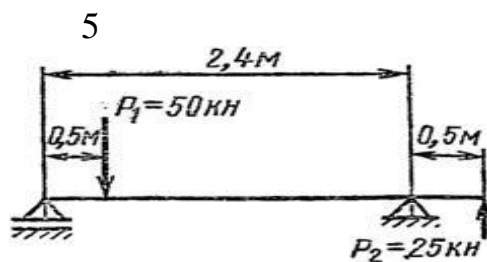
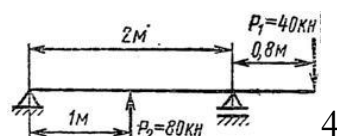
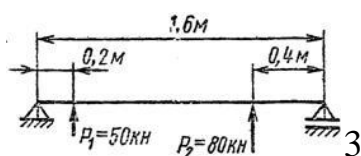
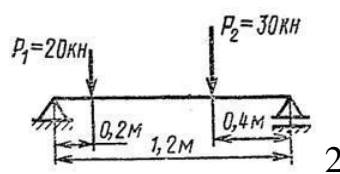
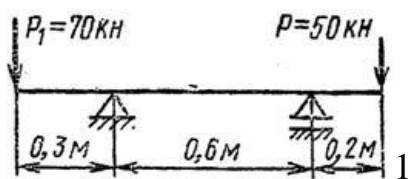
13. Определить диаметр наиболее нагруженного поперечного сечения оси:

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

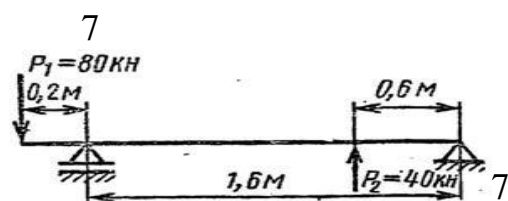
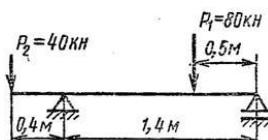
14. Округлить диаметр до ближайшего стандартного значения из ряда R40 по таблицы 2

15. Вывод

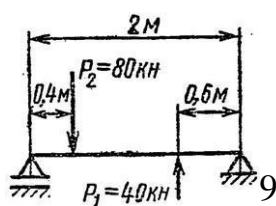
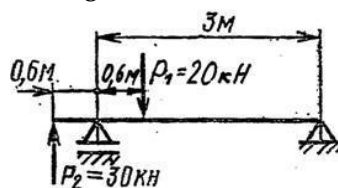
Схемы к практической работе № 5



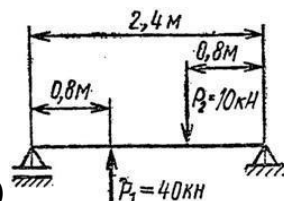
6



8



10



Информационное обеспечение обучения

Печатные и электронные издания

Основные учебные издания:

1. Сербин, Е.П. Техническая механика : учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2021. — 399 с. — ISBN 978-5-406-08665-0. — URL: <https://book.ru/book/940473> — Текст : электронный.
2. Бабичева, И.В. Техническая механика : учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2021. — 101 с. — ISBN 978-5-4365-5348-1. — URL: <https://book.ru/book/93704> — Текст : электронный.

Дополнительные учебные издания:

3. Черноброва, О.Г. Техническая механика : учебник / Черноброва О.Г. — Москва : КноРус, 2021. — 217 с. — ISBN 978-5-406-06249-4. — URL: <https://book.ru/book/939564> — Текст : электронный.

Интернет – ресурсы:

4. <http://www.isopromat.ru/> - Техническая механика
5. <http://www.ostemex.ru/> - Техническая механика
6. http://cherch.ru/ponyatie_o_tekhnicheskoy_mechanike/obschie_svedeniya.
ht ml - теоретические основы по технической механике.

Электронно-библиотечная система:

7. ЭБС «elibrary», ООО «РУНЭБ»
8. ЭБС «IPRbooks», ООО «Ай Пи Ар Медиа»
9. ЭБС «Лань», ООО «Издательство Лань»
10. ЭБС «PROFобразование»
11. ЭБС «Book.ru»