

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»

Рославльский ж.д. техникум - филиал ПГУПС

**Методические указания по выполнению
внеаудиторной самостоятельной работы**

по дисциплине

ОП.02 Техническая механика

специальности

08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

базовая подготовка

Методические указания предназначены для обучающихся, выполняющих практическую и самостоятельную работу по учебной дисциплине ОП.02 Техническая механика, обучающихся по специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство.

Данные указания содержат рекомендации по выполнению графических и практических работ обучающимися по учебной дисциплине ОП.02 Техническая механика для технических специальностей для заочной формы обучения.

Разработчик:

Новик Елена Алексеевна – преподаватель учебной дисциплины ОП.02 Техническая механика

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.....	4
Содержание дисциплины.....	5
Контрольные вопросы для самопроверки.....	6
Методические указания по выполнению контрольной работы.....	7
Требования по выбору варианта контрольной работы.....	8
Задания для выполнения контрольной работы с образцами решения задач.....	12
Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине.....	22
Список литературы.....	29

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящие рекомендации предназначены обучающимся специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство по заочной форме для самостоятельного изучения учебной дисциплины ОП.02 Техническая механика, выполнения домашней контрольной работы и подготовки к экзамену.

Выполнение контрольной работы является обязательным элементом освоения учебной дисциплины и является одной из форм контроля освоения обучающимися учебной программы.

Учебная дисциплина ОП.02 Техническая механика является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство.

Программа состоит из трех частей:

1. Теоретическая механика
2. Сопротивление материалов
3. Детали машин

Основные задачи учебной дисциплины:

- формирование теоретических знаний по основным разделам курса: теоретическая механика, сопротивление материалов, детали машин
- формирование умений использования теоретических знаний при выполнении проекторочных и проверочных расчетов

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

уметь:

- использовать методы проверочных расчетов на прочность, действие изгиба и кручения;
- выбирать способ передачи вращательного момента.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

знать:

-основные положения и аксиомы статики, кинематики, динамики, детали машин.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Основы теоретической механики

Тема 1. 1. Статика

Основные понятия и аксиомы статики. Материальная точка. Абсолютно твердое тело.

Сила. Система сил. Равнодействующая сила. Аксиомы статики

Плоская система сходящихся сил. Геометрический и аналитический способы определения равнодействующей силы. Условие и уравнения равновесия. Метод проекций. Связи и реакции.

Решение задач на равновесие сил в аналитической форме с проверкой правильности решения графическим способом.

Плоская система произвольно расположенных сил . Пара сил, момент пары сил. Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси. Приведение к точке системы сил. Балочные системы. Классификация нагрузок и опор. Понятие о силе трения.

Определение реакций в опорах балочных систем с проверкой правильности решения

Центр тяжести. Центр тяжести простых геометрических фигур. Центр тяжести стандартных прокатных профилей.

Решение задач на определение центра тяжести плоской фигуры.

Тема. 1.2 Кинематика

Кинематика точки. Способы задания движения. Виды движения точки. Уравнения прямолинейного движения. Скорость, средняя скорость, ускорение. Криволинейное движение точки. Скорость и ускорение точки в криволинейном движении.

Решение задач на определение характеристик прямолинейного и криволинейного движения точки.

Кинематика тела. Различные виды движения твердого тела. Мгновенный центр скоростей. Абсолютная скорость.

Решение задач на определение характеристик прямолинейного и криволинейного движения твердого тела

Тема 1.3. Динамика

Основные понятия и аксиомы динамики. Понятие о силе инерции. Принцип Даламбера. Метод кинетостатики. Работа постоянной и переменной силы. Работа и мощность при вращательном движении КПД.. Общие теоремы динамики. Решение задач на определение сил по заданному движению. Решение задач по определению моментов инерции

Раздел 2. Сопротивление материалов

Тема 2.1. Растяжение и сжатие

Основные понятия сопротивления материалов: упругие и пластические деформации; основные гипотезы и допущения; классификация нагрузок и элементов конструкций; силы внешние и внутренние; метод сечений; напряжение полное, нормальное, касательное. Растяжение и сжатие. Характеристика деформаций. Эпюры продольных сил. Нормальное напряжение. Эпюры нормальных напряжений. Испытание материалов на растяжение и сжатие при статическом нагружении. Напряжения предельные, допускаемые, расчетные. Срез и смятие. Срез, основные расчетные предпосылки, расчетные формулы, условие прочности. Смятие, условности расчета, формулы, условие прочности. Допускаемые напряжения.

Тема 2.2 Кручение и изгиб

Кручение. Основные понятия и определения. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Внутренние силовые факторы при кручении. Эпюры крутящих моментов. Кручение бруса круглого поперечного сечения. Основные гипотезы. Напряжения в поперечном сечении. Угол закручивания. Условие прочности.

Решение задач на определение диаметра вала из условия прочности при кручении

Изгиб, основные понятия и определения. Классификация видов изгиба. Внутренние силовые факторы, правила построения эпюр. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Нормальные напряжения при изгибе. Условие прочности. Рациональная форма поперечных сечений балок. Линейные и угловые перемещения при изгибе. Расчет на жесткость.

Решение задач по выполнению расчетов на прочность при изгибе.

Тема 2.3. Сопротивление усталости

Циклы напряжений. Усталостное разрушение, его причины, характер. Кривая усталости. Предел выносливости. Факторы, влияющие на величину предела выносливости. Коэффициент запаса.

Тема 2.4 Прочность при динамических нагрузках

Понятие о динамических нагрузках в деталях и узлах. Силы инерции при расчете на прочность. Динамическое напряжение. Динамический коэффициент.

Тема 2.5. Устойчивость сжатых стержней

Критическая сила, критическое напряжение, гибкость. Формула Эйлера. Формула Ясинского. Категории стержней в зависимости от гибкости.

Раздел 3. Детали машин

Тема 3.1. Соединения деталей

Общие понятия и определения: машина, механизм, деталь. Современные направления в развитии машиностроения. Основные задачи научно – технического прогресса в машиностроении. Требования, предъявляемые к машинам и их деталям.

Соединения деталей. Общие сведения о соединениях, их достоинства, недостатки, области применения. Неразъемные и разъемные соединения.

Сварные, заклепочные и клеевые соединения. Соединения с натягом. Резьбовые соединения. Классификация резьбы основные геометрические параметры резьбы. Основные типы резьбы, их сравнительная характеристика и область применения. Шпоночные и шлицевые соединения: назначение, достоинства и недостатки, области применения. Виды соединений, используемые в деталях и узлах подвижного состава железнодорожного транспорта.

Тема 3.2 Передачи вращательного движения

Классификация передач. Фрикционные передачи, ременные и цепные передачи, зубчатые передачи, червячные передачи. Основные детали передач. Достоинства и недостатки передач.

Редукторы. Вращающие моменты и мощности на валах. Передачи и приводы подвижного состава железнодорожного транспорта.

Решение задач по определению видов передач и вращающих моментов на валах привода.

Тема 3.3. Валы, оси, опоры

Валы и оси, их виды, назначение, конструкция, материалы. Опоры. Классификация, конструкции, условные обозначения, достоинства и недостатки, области применения в узлах подвижного состава железнодорожного транспорта.

Тема 3.4. Муфты

Муфты, их назначение и классификация. Устройство и принцип действия основных типов муфт. Методика подбора муфт и их расчет. Муфты, применяемые в подвижном составе железнодорожного транспорта.

Контрольные вопросы для самопроверки

Раздел 1. Теоретическая механика

1. Почему абсолютно – твердое тело можно рассматривать как систему материальных точек?
2. Почему силу называют векторной величиной?
3. Чем отличается равнодействующая сила от уравнивающей?
4. Как найти равнодействующую двух сил?
5. Чему равны проекции силы на координатные оси OX и OY , если
 - а) сила наклонена к оси X под углом; 30° ; б) сила находится на оси X ;
 - в) сила находится на оси Y
- 6) Какие силы называются сходящимися?
7. Выполнение какого условия необходимо и достаточно для равновесия плоской сходящейся системы сил?
8. Перечислите последовательность действий при решении задач на определение неизвестных усилий в плоской сходящейся системе сил.
9. Что называется парой сил и как определяют ее момент?
10. Как определяют момент силы относительно точки?
11. Условие равновесия системы параллельных сил.
12. Перечислите последовательность действий при определении опорных реакций в балках.
12. Как определяют знак силы и знак момента?
13. Что называется центром тяжести тела?
14. Виды трения; основные законы трения скольжения. Охарактеризуйте трение качения.
15. Охарактеризуйте основные понятия кинематики: траектория, пройденный путь, скорость, ускорение.
16. Способы задания движения точки и запишите их уравнения.
17. Запишите дифференциальные уравнения для скорости и ускорения.
18. Поясните понятия: нормальное ускорение, касательное ускорение, полное ускорение.
19. Кинематические параметры вращающегося тела, поясните их значение и запишите формулы
20. Физический смысл первого закона динамики.
21. Что называют инерцией и каковы примеры ее проявления?
22. Принцип Даламбера.
23. Второй закон динамики и основное уравнение движения. Физический смысл третьего закона динамики.
24. Что называют а) импульсом силы; б) количеством движения ?

25. Основной закон динамики для поступательного движения твердого тела и запишите его уравнение.

26. основной закон динамики для вращающегося тела и запишите его уравнение.

Раздел 2. Сопротивление материалов

1. Что называют деформацией тела? Чем отличается упругая деформация от пластичной?

2. Как различают нагрузки а) по характеру приложения; б) по продолжительности действия во времени; в) по характеру действия?

3. Что называют напряжениями? Какие бывают напряжения в зависимости от направления внутренних сил?

4. Какие напряжения называют а) рабочими; б) предельными, в) допускаемыми?

5. Что называют коэффициентом запаса прочности?

6. При каких условиях возникают деформации а) растяжения; б) сжатия? Что называют абсолютным и относительным удлинением (укорочением)?

7. Объясните физический смысл закона Гука.

8. Что называется модулем продольной упругости и как он определяется?

9. В чем заключается метод сечений?

10. Что представляют собой эпюры продольных сил? По каким правилам они строятся?

10. Что представляют собой эпюры нормальных напряжений? По каким правилам они строятся?

11. Запишите основное условие прочности при растяжении (сжатии) и поясните его смысл.

12. Что называют смятием при растяжении материалов? Запишите основное условие прочности при смятии и поясните его смысл.

13. В каком случае возникает сдвиг? Что называют а) чистым сдвигом; б) абсолютным сдвигом?

14. Когда возникает деформация кручения? Что называют относительным углом закручивания и что определяется этим углом?

15. Какие напряжения возникают при кручении? Запишите уравнение для определения напряжения при кручении.

16. При каких условиях возникает поперечный изгиб? Что называют чистым изгибом.

17. Как распределяются нормальные напряжения по площади поперечного сечения материала при изгибе?

18. Что называют осевым моментом инерции и осевым моментом сопротивления при изгибе; как их определяют?

19. Что называют изгибающим моментом и как определяют его величину?

20. Что называют поперечной силой и как определяют ее величину для различных поперечных сечений балок?

21. Что называют эпюрой поперечных сил и изгибающих моментов и каков принцип их построения?

22. Какие уравнения применяют при расчете балок на прочность при изгибе?

23. От чего наступает усталостное сопротивление материалов?

24. Что называют пределом выносливости? Назовите факторы, влияющие на величину предела выносливости.

25. Приведите примеры действия динамических нагрузок.

26. От чего зависит устойчивость сжатых стержней?

27. Что называется критической силой.

28. Запишите формулу для определения критического напряжения, возникающего в материале?

Раздел 3 Детали машин

1. Понятие разъемного и неразъемного соединения. Приведите примеры.
2. Какие виды резьбовых соединений применяют в машиностроении?
3. Какое назначение имеют шпоночные и шлицевые соединения? В чем преимущество шлицевых соединений перед шпоночными?
4. В чем преимущество сварных соединений перед заклепочными?
5. Перечислите известные вам виды механических передач, приведите примеры их использования.
6. Что представляет собой редуктор? Из чего состоит простейший редуктор?
7. Как различают редукторы по числу ступеней передач и по расположению осей?
8. Как определяют вращающие моменты и мощности на валах редукторов?
9. Что называют осями и валами, отличия в принципе их работы?
10. Какие конструктивные особенности имеют оси и валы?
11. Назначение и устройство простейшего подшипника скольжения.
12. Назначение и устройство подшипников качения.
13. Для чего служат муфты? Как их классифицируют?
14. Как устроена дисковая разъемная муфта?
15. Специальные виды муфт и укажите их назначение.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ МАТЕРИАЛА И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Для успешного освоения программы учебной дисциплины рекомендуется следующая последовательность изучения материала

1. Ознакомиться с содержанием программы по разделу и теме.
2. Сначала прочитать материал всей темы по указанной в данном пособии литературе без выводов и доказательств, разобраться в основных понятиях, определениях, законах, правилах, следствиях, их логической взаимосвязи; после чего приступить к более тщательному изучению материала, кратко его конспектируя.
3. Ответить на контрольные вопросы по разделу.

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования

1. Контрольная работа выполняется в ученической тетради в клетку. Титульный лист работы оформляется в соответствии с утвержденной формой. (см. образец).
2. Работа выполняется по индивидуальному варианту, номер которого соответствует последней цифре шифра (номера записи фамилии в журнале). Все данные для своего варианта обучающийся выбирает по таблицам к условиям задач.
3. Работа должна быть выполнена аккуратно, четким, разборчивым почерком, Решение задач и пояснения к решению пишутся темной пастой (синей, черной, фиолетовой), а рисунки, схемы, графики карандашом.
4. Решение каждой задачи необходимо начинать с развернутого листа.
5. На каждой странице тетради следует оставлять поля шириной 4 см, а в конце тетради - 2-3 свободные страницы для написания рецензии (заключения) преподавателя.
6. Текст условия задачи переписывается полностью и поясняется схемой. Из таблиц выписываются исходные данные (Дано ...) Решение выполняется по этапам с пояснениями, что определяется или что рассматривается со ссылками на теоремы, законы, правила и методы. Сначала уравнения составляются и решаются в общей форме, а потом подставляются числовые значения. Единицы измерения указываются только в результирующих значениях. Вычисление абсолютных величин следует производить с точностью до первого десятичного знака (0,1)
7. В конце работы приводится список использованной литературы в алфавитном порядке – учебная литература и справочные пособия с указанием фамилии и инициалов автора, наименование источника, места и года его издания; затем ставится дата выполнения работы и подпись студента.

8. Выполненная контрольная работа сдается преподавателю на проверку не позднее, чем за 10 дней до дифференцированного зачета.

На каждую контрольную работу преподаватель дает письменное заключение (рецензию) и выставляет оценки «зачтено» или «не зачтено». Не зачтенная контрольная работа возвращается обучающемуся с подробной рецензией, содержащей рекомендации по устранению недостатков.

Если работа не зачтена, обучающийся выполняет в той же тетради работу над ошибками и повторно сдает преподавателю на проверку. Без выполнения контрольной работы обучающийся не допускается до дифференцированного зачета.

ЗАДАНИЯ

для выполнения контрольной работы учебной дисциплины

Контрольная работа состоит из решения трех задач.

В процессе решения задачи 1 формируются умения выполнять проверочные и проектировочные расчеты при кручении вала.

Задача 2 выполняется для формирования умений определять опорные реакции, использовать метод сечений для нахождения поперечных сил и изгибающих моментов в сечениях, строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов; выполнять расчеты балок на прочность при изгибе,

Задача 3 выполняется для формирования умений читать кинематические схемы, определять передаточные отношения и угловые скорости на валах редукторов, проведения анализа изменения вращающих моментов на валах приводов при одной и той же передаваемой мощности,

Задача 1

Для стального вала, нагруженного вращающимися моментами определить крутящие моменты в сечениях вала, построить эпюру крутящих моментов и подобрать сечение вала из условия прочности, приняв $[\tau] = 30 \text{ Н/мм}^2$.

Мощности P_1 ; P_2 ; P_3 и угловую скорость ω принять для своего варианта по таблице 1

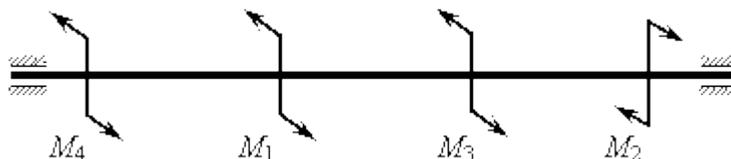
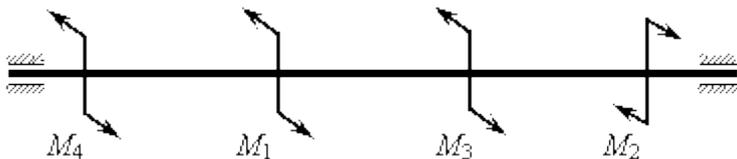


Таблица 1

№ варианта	P_1 кВт	P_2 кВт	P_3 кВт	ω рад/с.
1	40	90	50	30
2	60	100	30	32
3	30	120	60	34
4	40	110	70	35
5	70	120	90	40
6	45	95	56	32
7	64	105	42	30
8	50	100	60	45
9	65	120	40	35
0	55	115	60	36

Пример решения задачи 1

Определить диаметр стального вала постоянного сечения из условия прочности, приняв $[\tau] = 30 \text{ Н/мм}^2$. Мощности $P_1 = 52 \text{ кВт}$, $P_2 = 100 \text{ кВт}$, $P_3 = 60 \text{ кВт}$. Угловая скорость $\omega = 32 \text{ рад/с}$.



Решение

1. Разбиваем вал на три участка – по сечениям, в которых приложены вращающие моменты M_1 . Находим вращающие моменты

$$M_1 = \frac{P_1}{\omega} = \frac{52 \cdot 1000}{32} = 1625 \text{ Нм},$$

$$M_2 = \frac{P_2}{\omega} = \frac{100 \cdot 1000}{32} = 3125 \text{ Нм},$$

$$M_3 = \frac{P_3}{\omega} = \frac{60 \cdot 1000}{32} = 1875 \text{ Нм}.$$

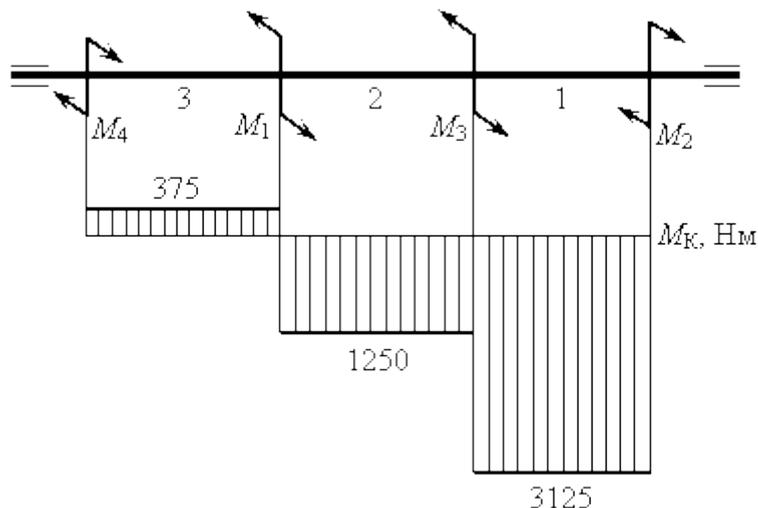
2. Равномерное вращение обеспечивается условием

$$\sum M = 0; \quad M_1 - M_2 + M_3 + M_4 = 0;$$

$$M_4 = M_2 - M_1 - M_3 = 3125 - 1625 - 1875 = -375 \text{ Нм}.$$

Знак «-» указывает, что момент M_4 направлен в противоположную сторону, указанному в условии задачи.

3. Определяем крутящие моменты на участках:



Крутящий момент на участке 1

Справа $M_{K_1}^{\Pi} + M_2 = 0$;

$$M_{K_1}^{\Pi} = -M_2 = 3125 \text{ Нм.}$$

Крутящий момент на участке 2

Справа $M_{K_2}^{\Pi} + M_2 - M_3 = 0$;

$$M_{K_2}^{\Pi} = M_3 - M_2 = 3125 - 1875 = 1250 \text{ Нм.}$$

Крутящий момент на участке 3

Справа $M_{K_3}^{\Pi} - M_1 + M_2 - M_3 = 0$;

$$M_{K_3}^{\Pi} = M_1 + M_3 - M_2 = 1625 + 3125 - 1875 = 375 \text{ Нм.}$$

По полученным результатам строим эпюру.

5. Диаметр вала определяем для наиболее напряженного участка.

Наиболее напряженный участок – первый – $M_{K_1}^{\Pi} = 3125 \text{ Нм.}$

Касательное напряжение сечения вала $\tau = \frac{M_{K_1}^{\Pi}}{0,2d^3}$. Из условия прочности $\tau \leq [\tau]$. Отсюда

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{K_1}^{\Pi}}{0,2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{3125 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 30}} = 80,5 \text{ мм}$$

Задача 2

Для стальной оси механизма, нагруженной как показано на рисунке 3, определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов и определить диаметр оси из условия прочности при изгибе. Допускаемое нормальное напряжение при изгибе принять равным 160 МПа.

Номер схемы и числовые значения нагрузок F_1, F_2, M определяются в соответствии с последней цифрой шифра из таблицы 2.

Таблица 2

Номер схемы по последней цифре шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$F_1, \text{кН}$	12	15	17	14	18	12	14	16	11	17
$F_3, \text{кН}$	14	13	11	15	12	16	19	13	17	12
$M, \text{кНм}$	6	4	7	8	9	3	5	9	4	7

При решении данной задачи сначала из условий равновесия нужно определить опорные реакции и сделать проверку.

Для построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов нужно воспользоваться методом сечений и разделить балку на 3 участка по характерным точкам А, В, С, Д

Для каждого участка нужно записать уравнения поперечных сил и определить величину поперечной силы

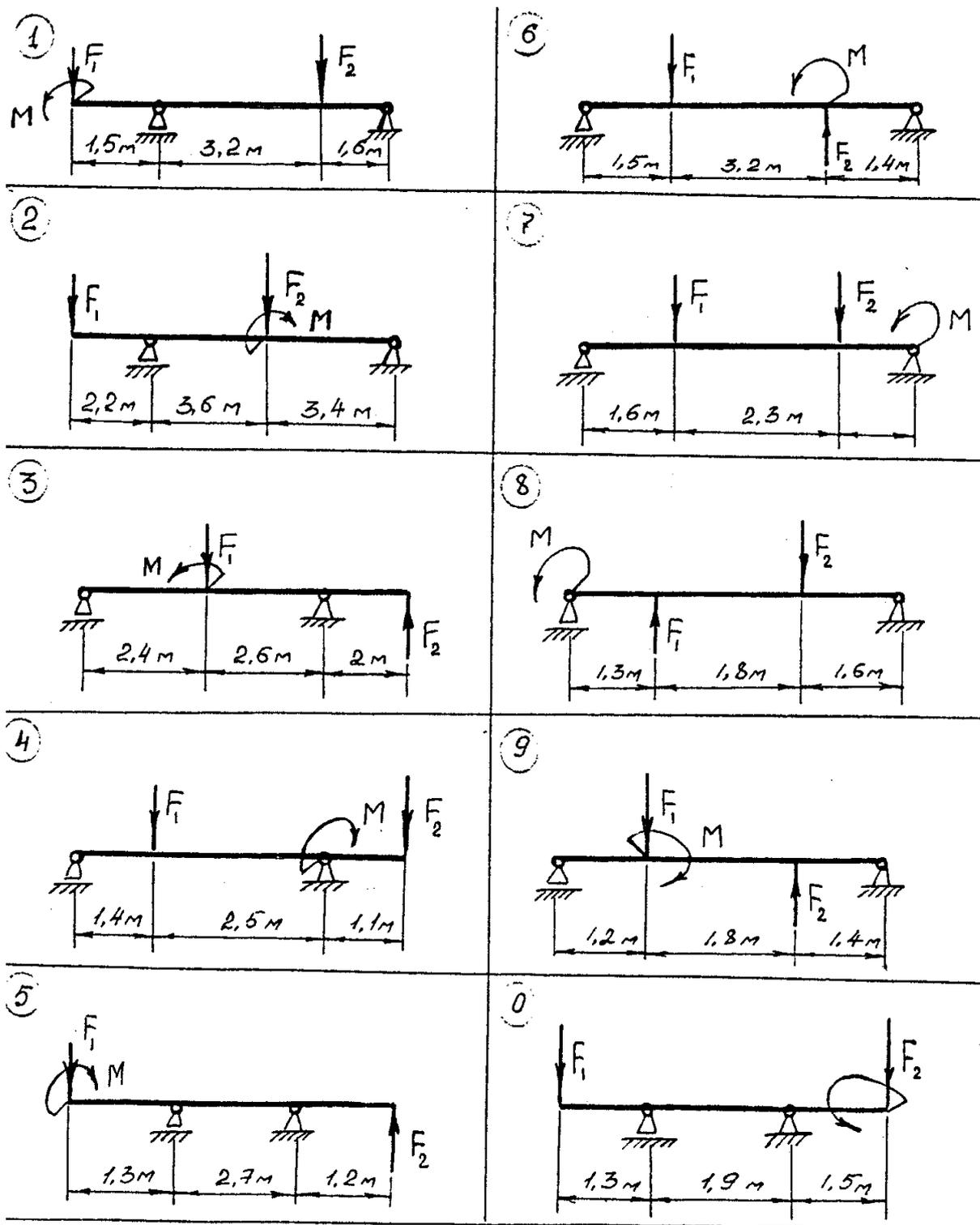
Построить эпюру поперечных сил.

Для каждого участка определить величину изгибающего момента

Построить эпюру моментов.

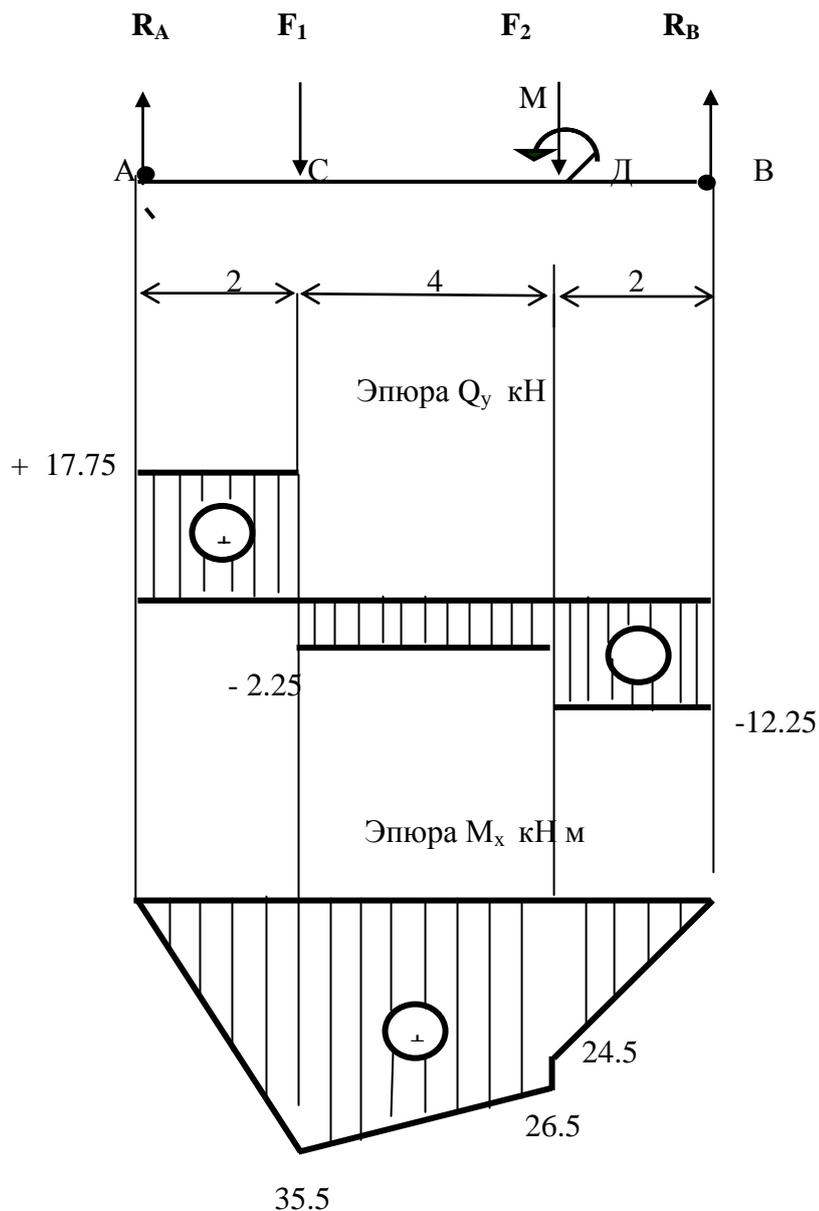
Диаметр оси определяют из условия прочности при изгибе.

Для оси круглого сечения $W_x = 0.1 d^3$



Пример решения задачи 2

В соответствии со схемой нагружения строим расчетную схему, для чего освобождаем балку от опор, заменяя их опорными реакциями



Решение

1. Составляем уравнение равновесия статики и определяем неизвестные реакции опор.

$$\sum M_A(F_n) = 0 \quad (2.1)$$

$$\sum M_B(F_n) = 0 \quad (2.2)$$

$$F_2 \cdot 2 - M + F_1 \cdot 6 - R_B \cdot 8 = 0 \quad (2.3)$$

$$R_B = \frac{F_2 \cdot 2 - M + F_1 \cdot 6}{8} = \frac{20 \cdot 2 - 2 + 10 \cdot 6}{8} = 12,25 \text{ кН} \quad (2.4)$$

$$-F_1 \cdot 2 - M - F_2 \cdot 6 + R_A \cdot 8 = 0 \quad (2.5)$$

$$R_A = \frac{F_2 \cdot 6 + M + F_1 \cdot 2}{8} = \frac{20 \cdot 6 + 2 + 10 \cdot 2}{8} = 17,75 \text{ кН} \quad (2.6)$$

2. Проверяем правильность полученных результатов. Для этого проведем ось координат через одну из точек (ось Y) и спроецируем все силы на данную ось. Составим дополнительное уравнение $\Sigma Y = 0$.

$$R_A - F_2 - F_1 + R_B = 0 \quad (2.7)$$

Подставим в уравнение полученные значения реакций R_A и R_B .

$$17,75 - 20 - 10 + 12,25 = 0$$

$$0 = 0$$

Условие $\Sigma Y = 0$ выполняется, следовательно, реакции опор найдены верно.

3. Строим эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
 Делим балку на участки по характерным точкам A, C, D, B .
 Определяем ординаты и строим эпюру Q_y слева направо

$$Q_A^{np} = R_A = 17,75 \text{ кН}$$

$$Q_C^{лев} = R_A = 17,75 \text{ кН}$$

$$Q_C^{np} = R_A - F_2 = 17,75 - 20 = -2,25 \text{ кН}$$

$$Q_D^{лев} = R_A - F_2 = 17,75 - 20 = -2,25 \text{ кН}$$

$$Q_D^{np} = R_A - F_2 - F_1 = 17,75 - 20 - 10 = -12,25 \text{ кН}$$

$$Q_B^{лев} = R_A - F_2 - F_1 = 17,75 - 20 - 10 = -12,25 \text{ кН}$$

Вычисляем ординаты и строим эпюру M_x

$$M_A = 0; M_B = 0$$

$$M_C = R_A \cdot AC = 17,75 \cdot 2 = 35,5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_D^{лев} = R_A \cdot AD - F_2 \cdot CD = 17,75 \cdot 6 - 20 \cdot 4 = 26,5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_D^{np} = R_A \cdot AD - F_2 \cdot CD - M = 17,75 \cdot 6 - 20 \cdot 4 - 2 = 24,5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

4. Определяем диаметр оси из условия прочности при изгибе
 Опасное сечение — сечение балки, где действует максимальный момент.
 Максимальный момент действует в точке C .
 Подбираем размеры балки в опасном сечении по условию прочности

$$\sigma_u^{\max} = \frac{M_u}{W_x} \leq [\sigma_u]$$

$$W_x \geq \frac{M_B}{[\sigma_u]}$$

$$W_x = 35,5 \cdot 10^3 / 160 \cdot 10^6 = 0,00022 \text{ м}^3 = 220 \text{ см}^3$$

Так как $W_x = 0,1 d^3$, то $d^3 = 2200 \text{ см}^3$, $d = 13 \text{ см}$.

Задача 3

Привод машины состоит из электродвигателя и трех механических передач. Определить угловые скорости и вращающие моменты на валах (потери мощности в передачах не учитывать)

Данные для своего варианта определить по таблице 3.

Кинематическая схема привода

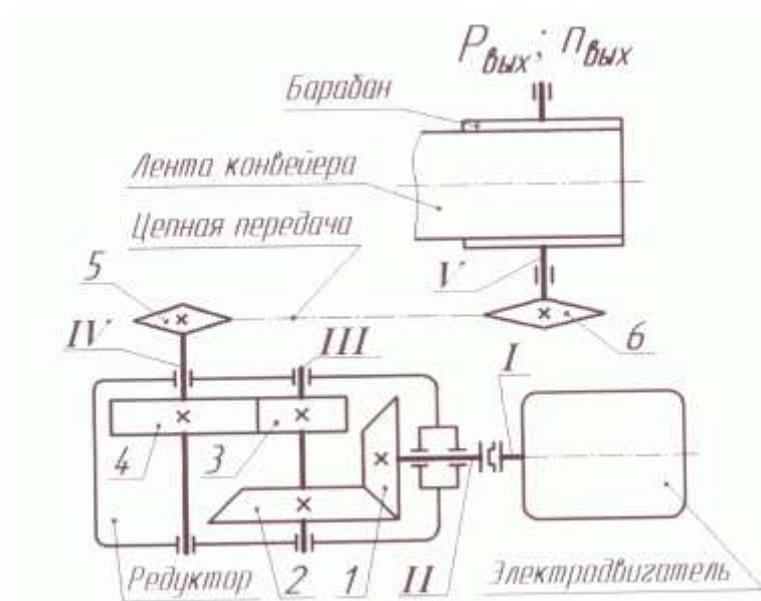


Таблица 3

Исходные данные	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Z_1	20	25	20	25	22	20	20	22	20	22
Z_2	60	75	50	75	98	60	64	88	60	66
Z_3	27	24	25	18	20	20	25	36	22	20
Z_4	100	148	105	72	110	146	100	114	133	80
Z_5	36	30	32	36	54	34	48	45	60	40
Z_6	18	15	16	12	18	17	16	15	20	20
N кВт	5,4	7,5	6,4	8,4	9,6	6,8	7,6	8,2	9,2	7,8
n об/мин	730	840	920	970	1420	1460	950	970	730	840

Методические указания к решению задачи

1. Выяснить, какие передачи вращательного движения входят в привод машины. Записать эти передачи

2. Определить угловую скорость вала II по формуле $\omega = 2\pi n / 60$, где ω - угловая скорость, n - частота вращения двигателя, об/мин.

3. Определить угловую скорость вала III по формуле

где для конической зубчатой передачи i_1 определяют по формуле

$$i = \frac{1}{z_1/z_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

тогда $\omega_3 = \omega_2 / i_2$

4. Определить угловую скорость вала IV

для прямозубой цилиндрической передачи

i_2 определяют по формуле $i_2 = z_4 / z_3$, тогда $\omega_4 = \omega_3 / i_2$

1. Определить угловую скорость вала V

для цепной передачи

i_3 определяют по формуле $i_3 = z_6 / z_5$, тогда $\omega_5 = \omega_4 / i_3$

5. Выполнить проверку по формуле

$$\omega_5 = \omega_1 / i_{общ}, \text{ где } i_{общ} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3$$

6. Определить вращающие моменты на валах привода по формуле

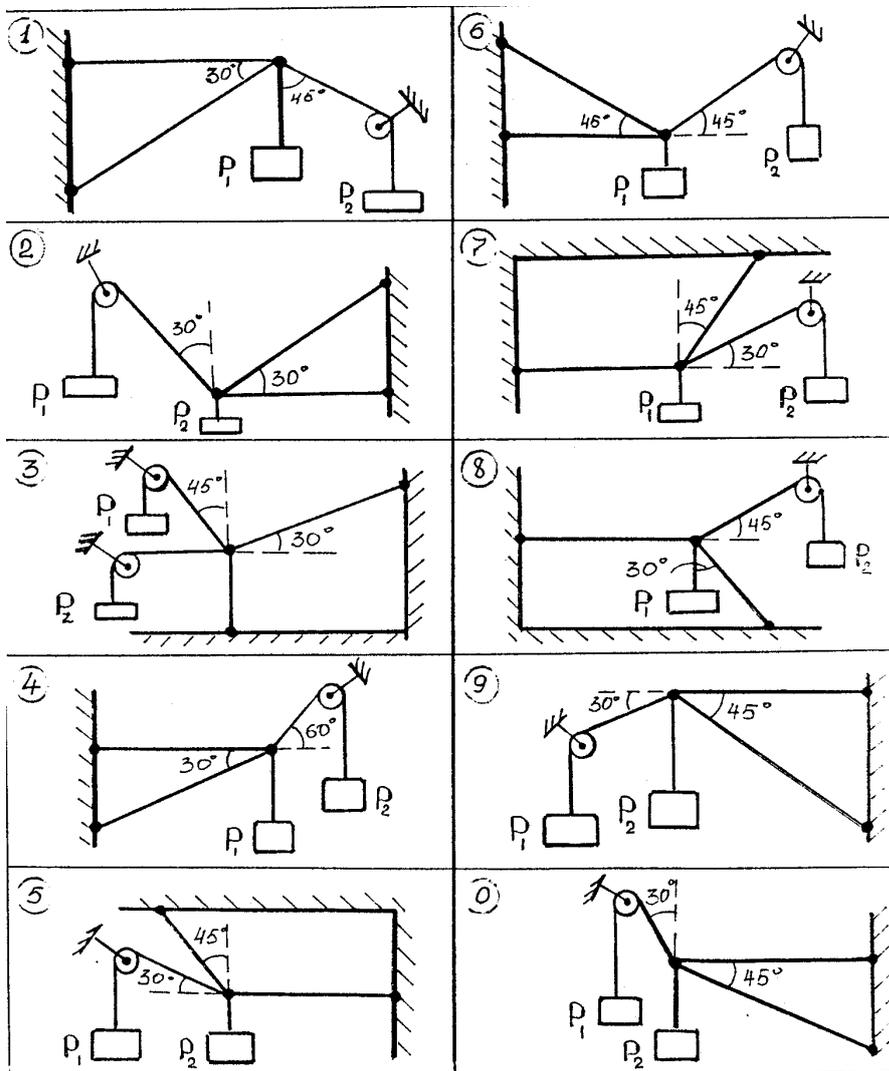
$$M = N / \omega \text{ Нм, где } N \text{ – мощность двигателя Вт}$$

7. Сделать вывод, как изменяются вращающие моменты на валах при уменьшении угловой скорости

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ЗАЧЕТА

Вариант 1

Задание 1. Для одной из схем нагружения (по указанию преподавателя) составить расчетную схему и записать уравнения равновесия.



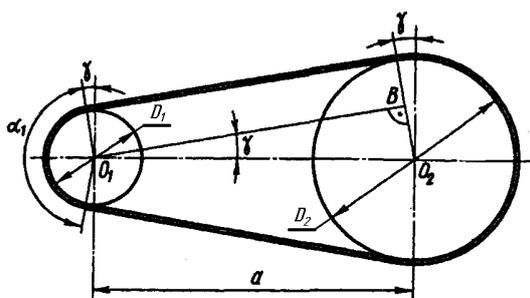
Задание 2. Движение тела задано уравнением $S = 4 + 3t + 2t^3$ запишите уравнения скорости и ускорения тела.

Задание 3. По условию прочности на кручение определите диаметр вала, если крутящий момент $M_k = 1200 \text{ Н}$; полярный момент сопротивления $W_p = 0,2d^3$; допускаемое касательное напряжение равно 35 Мпа .

Задача 4. Из расчета на прочность определите, выдержит или нет круглый стержень диаметром 10 мм растягивающую нагрузку $N = 300 \text{ Н}$, если допускаемое напряжение на растяжение $[\sigma] = 160 \text{ Н/мм}^2$.

Задание 5. Назовите разъемные соединения и приведите примеры их применения.

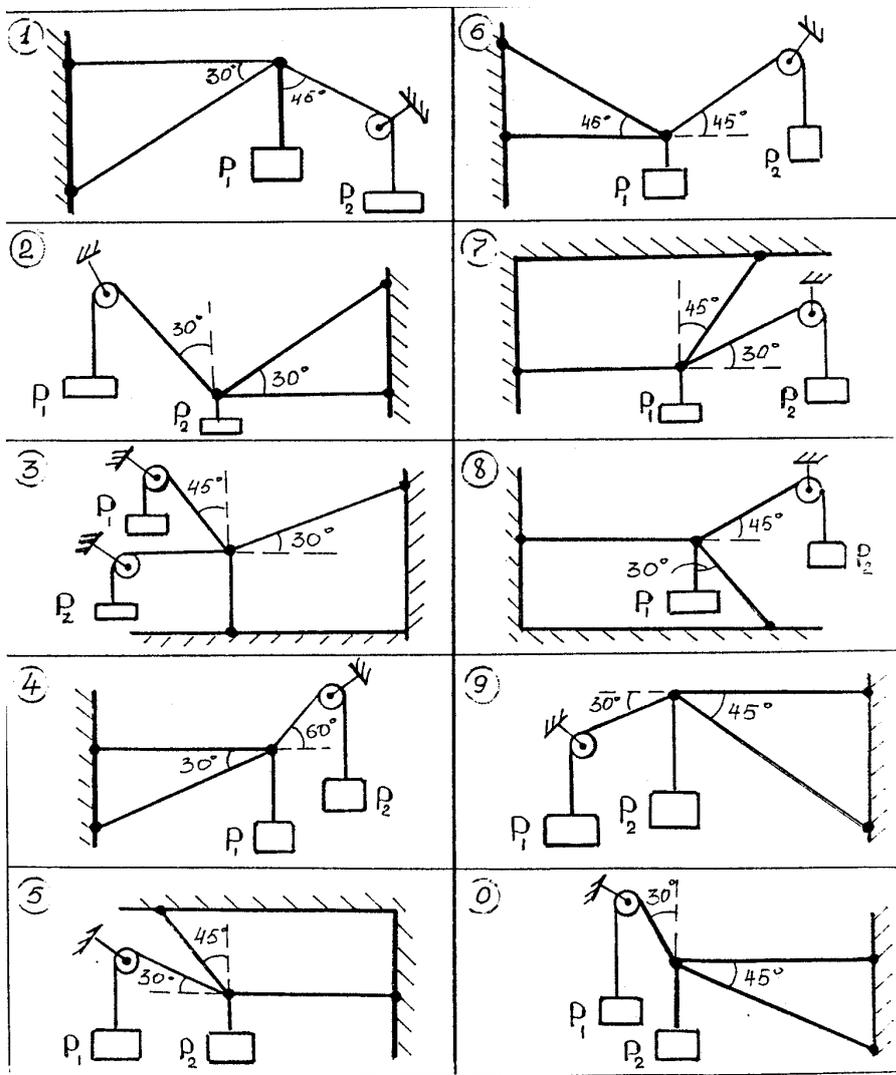
Задание 6. Определить вид механической передачи, указать способ передачи движения, области применения, преимущества и недостатки, условное обозначение на чертежах, формулу для определения передаточного отношения.



Задание 7. Поясните назначение и устройство простейшего подшипника скольжения.

Вариант 2

Задача 1. Для одной из схем нагружения (по указанию преподавателя) составить расчетную схему и записать уравнения равновесия



Задание 2. Движение тела задано уравнением $S = 8 + 4t + 2t^2$ запишите уравнения скорости и ускорения тела.

Задание 3. По условию прочности на кручение определите диаметр вала, если крутящий момент $M_k = 1000 \text{ Н}$; полярный момент сопротивления $W_p = 0,2d^3$; допускаемое касательное напряжение равно 40 Мпа .

Задача 4. Из расчета на прочность определите, выдержит или нет круглый стержень диаметром 5 мм растягивающую нагрузку $N = 200 \text{ Н}$, если допускаемое напряжение на растяжение равно 160 Н/мм^2

Задание 5. Назовите неразъемные соединения и приведите примеры их применения.

Задание 6. Определить вид механической передачи, указать способ передачи движения, области применения, преимущества и недостатки, условное обозначение на чертежах, формулу для определения передаточного отношения.



Задание 7. Назовите специальные виды муфт и укажите их назначение.

Перечень учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. Учебник, М: ФГОБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». 2014г.
2. А.И. Аркуша. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов. Учебник. М.: Издательство «Стереотип». 2015г.
3. С.И. Евтушенко, В.А. Волосухин, В.А. Лепихова, А.И. Пуресев. Техническая механика. Издательство «Феникс» Ростов на Дону. 2013г.

Дополнительные источники:

1. Л.Н. Быкова. ОП.02 Техническая механика. Методические указания и задания на контрольные работы для обучающихся заочной формы обучения образовательных организаций СПО специальности 23.92.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог. М.: ФГБОУ «УМЦ ЖДТ» 2015г. (83с.)
2. И.С. Опарин. Основы технической механики. Учебник для нач. проф. образования. 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия». 2013- 144с.

Электронные образовательные ресурсы:

1. Сайт научно-технической библиотеки ПГУПС Императора Александра I. Форма доступа: <http://www.library.pgups.ru>
3. С.Н. Меньшикова. Техническая механика Сборник программно-методической документации. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
4. Электронный ресурс «Техническая механика». Форма доступа: technical-mechanics.narod.ru