

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

Царскосельский аграрно-технологический колледж

УТВЕРЖДАЮ
Директор колледжа



Т.М. Челей

«27» июня 2025

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для практических занятий по дисциплине
ОП.07 Техническая механика**

Специальность

19.02.11 Технология продуктов питания из растительного сырья

Квалификация
техник-технолог

Форма обучения
Очная

Санкт-Петербург
2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЦЕЛИ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	6
2 ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	8
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «Техническая механика» является частью основной профессиональной образовательной программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 19.02.11 Технология производства продуктов питания из растительного сырья в части освоения соответствующих общих и профессиональных 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.

ПК 1.1. Осуществлять техническое обслуживание технологического оборудования для производства продуктов питания из растительного сырья в соответствии с эксплуатационной документацией.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**

- читать кинематические схемы;
- проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения;
- проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;
- определять напряжения в конструкционных элементах;
- производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;
- определять передаточное отношение.

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

- виды машин и механизмов, принцип действия,
- кинематические и динамические характеристики;
- типы кинематических пар;
- типы соединений деталей и машин;
- основные сборочные единицы и детали;
- характер соединения деталей и сборочных единиц;
- принцип взаимозаменяемости;
- виды движений и преобразующие движения механизмы;
- виды передач;
- их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;
- передаточное отношение и число;
- методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации.

Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Техническая механика» составлены в соответствии с рабочей программой по данной дисциплине.

Выполнение практических заданий должно способствовать более глубокому пониманию, усвоению и закреплению материала дисциплины, развитию логического мышления, аккуратности, умению делать выводы.

1 ЦЕЛИ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Цели практического занятия:

1. Закрепление теоретических знаний;
2. Получение практических навыков применения полученных знаний.

Порядок проведения практического занятия:

1. Инструктаж преподавателя: ознакомление обучающихся с порядком выполнения и оформления заданий;
2. Повторение теоретических основ по теме практического занятия;
3. Выдача заданий;
4. Самостоятельная работа обучающихся (индивидуальная или групповая) по выполнению заданий в присутствии преподавателя, который следит за ходом выполнения работы, отвечает на возникшие вопросы. Для выполнения заданий могут быть использованы: учебник, конспект лекций, раздаточный материал;
5. Проверка выполненных заданий, разъяснение преподавателем допущенных обучающимся ошибок.

Отчёт должен содержать:

- тему занятия;
- формулировку задания;
- выполненное задание;

6. Фронтальный или индивидуальный опрос, или тестовые задания для оценки освоения темы. По результатам опроса или тестирования выставляется оценка.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Техническая механика»

Наименование разделов и тем	Наименование практического занятия	Объем часов
1	2	3
Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил Пара сил и момент сил Плоская система произвольно расположенных сил	Практическое занятие 1 Определение реакций стержней. Определение главного вектора и главного момента произвольной плоской системы сил. Определение реакций балочных опор.	4
Тема 1.3. Центр тяжести	Практическое занятие 2 Определение координат центра тяжести плоских фигур сложной формы	2

<p>Тема 1.4. Основные понятия кинематики. Кинематика точки. Простейшие движения твёрдого тела. Основные понятия и аксиомы динамики. Метод кинетостатики. Работа силы. Мощность</p>	<p>Практическое занятие 3 Определение кинематических параметров движения тела</p>	<p>2</p>
<p>Тема 1.5. Сопротивление материалов. Растяжение-сжатие. Срез и смятие. Кручение. Изгиб</p>	<p>Практическое занятие 4 Определение перемещений поперечных сечений бруса. Подбор сечений из расчета на прочность. Практические расчеты на срез и смятие соединений деталей машин. Определение диаметров многоступенчатого вала. Практическое занятие 5 Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Расчеты на прочность при изгибе. Подбор рациональных сечений.</p>	<p>12</p>
<p>Тема 1.6. Детали машин. Фрикционные передачи. Зубчатые передачи. Червячные передачи. Ременные передачи. Цепные передачи</p>	<p>Практическое занятие 6 Кинематический и силовой расчеты многоступенчатых передач. Изучение конструкции зубчатых редукторов. Определение геометрических параметров зубчатых передач. Практическое занятие 7 Изучение конструкции червячного редуктора. Расчет плоскоременной передачи по тяговой способности. Практическое занятие 8 Расчет цепной передачи.</p>	<p>12</p>

2 ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие 1

Определение реакций стержней.

Определение главного вектора и главного момента произвольной плоской системы сил.

Определение реакций балочных опор.

Цель занятия: Научится определять усилия в стержнях конструкции аналитическим методом.

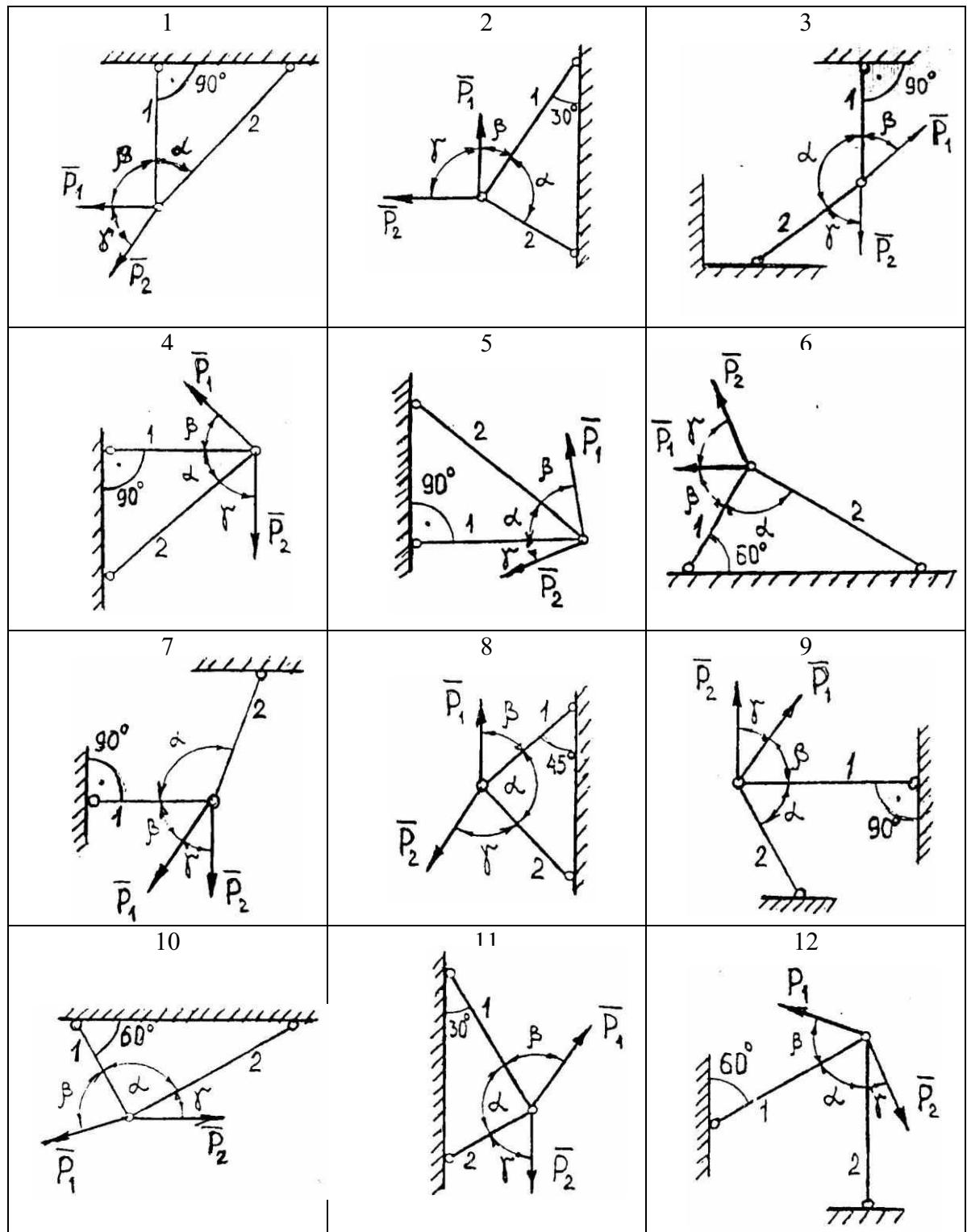
Задание:

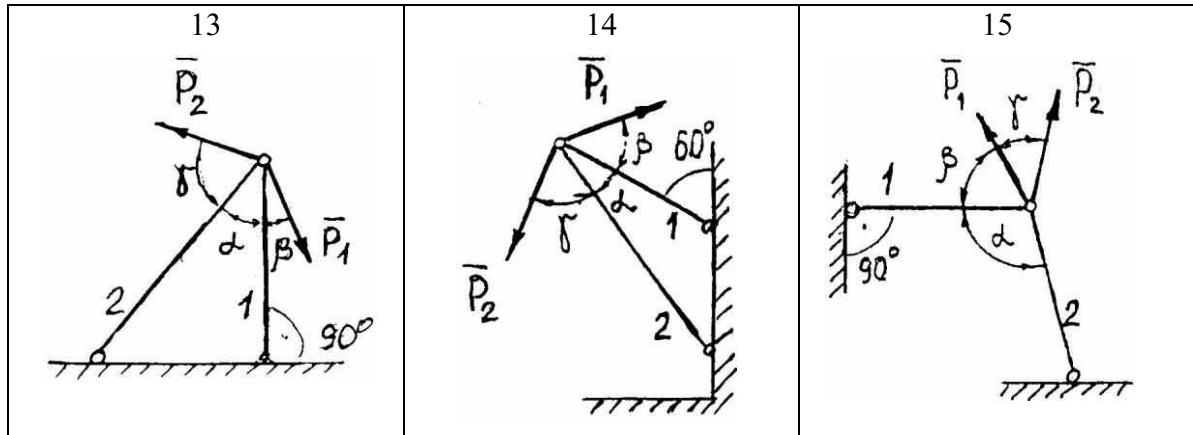
Определить усилия в стержнях заданной конструкции аналитическим способом. Решить задачу в соответствии со своим вариантом.

Порядок проведения занятия и содержание отчета:

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

Задания к практической работе № 1





Практическое занятие 2

Определение координат центра тяжести плоских фигур сложной формы

Цель занятия: Научится определять координаты центра тяжести плоской фигуры сложной формы.

Задание:

Определить координаты центра тяжести сложной плоской фигуры. Решить задачу в соответствии со своим вариантом.

Порядок проведения занятия и содержание отчета:

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.

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

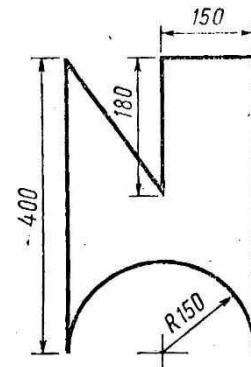
$$Y_C = \frac{\sum A_k \cdot Y_k}{\sum} = \frac{A_1 \cdot Y_1 + A_2 \cdot Y_2 + A_3 \cdot Y_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} =$$

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

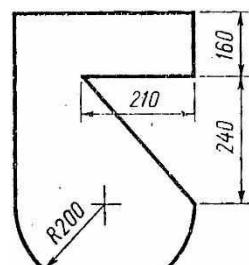
8. Записать выводы по работе.

Задания к практической работе № 2

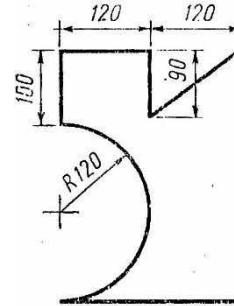
Вариант 1, 16



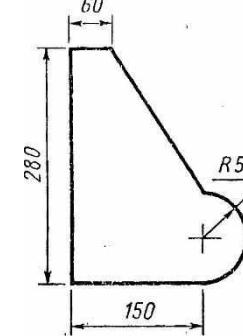
Вариант 2, 17



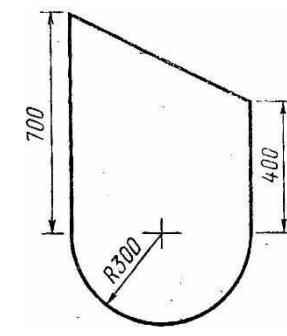
Вариант 3, 18



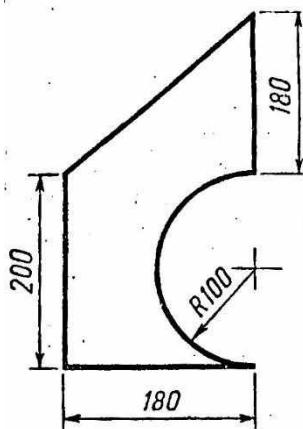
Вариант 4, 19



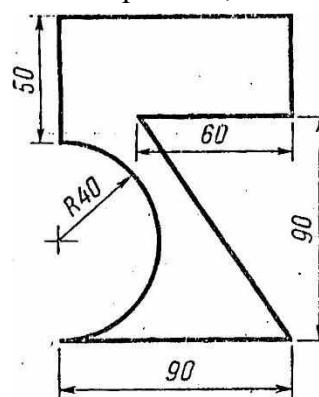
Вариант 5, 20



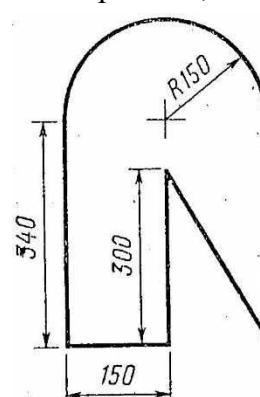
Вариант 6, 21



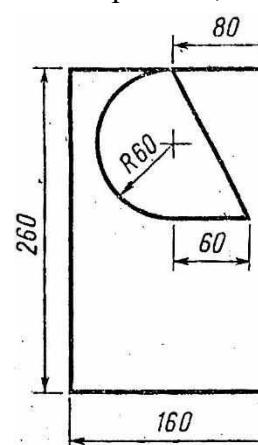
Вариант 7, 22



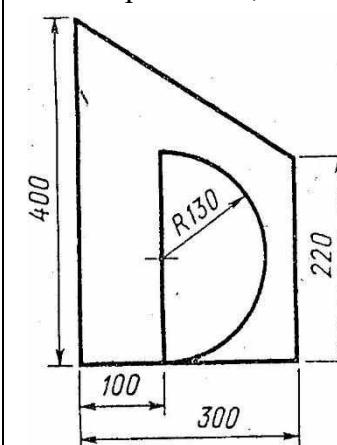
Вариант 8, 23



Вариант 9, 24



Вариант 10, 25



Практическое занятие 3

Определение кинематических параметров движения тела

Цель работы: Научится определять силу инерции для различных случаев движения и применять принцип Даламбера.

Задание:

Решить задачу в соответствии со своим вариантом.

Порядок проведения занятия и содержание отчета:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом данных методических указаний.
2. В отчете указать номер практического занятия, тему, цель.
3. Выделить материальную точку, движение которой рассматривается и изобразить ее на рисунке.
4. Выявить все активные силы и изобразить их приложенными к точке.
5. Освободить точку от связей, заменить связи их реакциями.
6. Определить скорость и ускорения нити и изобразить их приложенными к точке.
7. Определить силу инерции $F_{ин}=m \cdot a$.
8. Приложить силу инерции к движущейся точке.
9. Применить метод кинетостатики и рассмотреть равновесие полученной системы сил. Составить уравнения равновесия $\sum F_{kx} = 0$; $\sum F_{ky} = 0$;
10. Из уравнений равновесия найти требуемую величину.
11. Записать ответ.
12. Записать выводы по работе.

Задания к практической работе № 3

Вариант 1, 11, 21.

К потолку вагона на тонкой нити подвешен груз. При прямолинейном движении вагона с постоянным ускорением $a=5 \text{ м/сек}^2$ нить отклоняется от вертикали на некоторый угол α . Найти этот угол и натяжение нити, если масса груза 1 кг . Массой нити пренебречь.

Вариант 2, 12, 22.

К потолку вагона на тонкой нити подвешен шарик, масса которого 2 кг . При равноускоренном прямолинейном движении вагона нить отклонилась на угол $\alpha=18^\circ$. Определить ускорение вагона и натяжение нити.

Вариант 3, 13, 23.

Груз в 5 кг , будучи подвешенным на тросе, длина которого 4 м совершает колебательные движения около положения равновесия. При переходе через положение равновесия груз имеет скорость $1,6 \text{ м/сек}$. Определить в этот момент натяжение троса.

Вариант 4, 14, 24.

Груз в 12м , подвешенный на тросе, опускается вертикально вниз с постоянным ускорением $4,4\text{м/сек}^2$. Определить натяжение троса.

Вариант 5, 15, 25.

Гирю в 2кг взвешивают на пружинных весах, находясь в лифте, который поднимается вверх с ускорением 6м/сек^2 . Определить показание пружинных весов.

Вариант 6, 16, 26.

Шарик, масса которого $0,5\text{кг}$, привязан к нити и вращается вместе с ней в вертикальной плоскости с угловой скоростью 150об/мин . Длина нити 50см . Определить наибольшее натяжение нити.

Вариант 7, 17, 27.

Шарик, масса которого $1,2\text{кг}$, привязали к нити длиной 40см . Шарик с нитью вращается в вертикальной плоскости с угловой скоростью 300рад/сек . Определить наименьшее натяжение нити.

Вариант 8, 18, 28.

Шарик массой $0,8\text{кг}$ привязан к нити, которая может выдержать максимальное натяжение 5кн . При какой угловой скорости вращения в вертикальной плоскости возникает опасность разрыва нити, если ее длина 80см ?

Вариант 9, 19, 29.

С какой скоростью должен проехать мотоциклист по арочному мостику радиусом 25м , чтобы в самой верхней точке мостика давление мотоцикла на мостик стало в два раза меньше его общего веса.

Вариант 10, 20, 30.

Масса мотоциклиста вместе с мотоциклом 280кг . Когда мотоциклист проезжает по легкому мостику со скоростью 108км/час , то мостик прогибается, образуя дугу радиусом 60м . Определить максимальное давление, производимое мотоциклом на мостик.

Практическое занятие 4

Определение перемещений поперечных сечений бруса.

Подбор сечений из расчета на прочность.

Практические расчеты на срез и смятие соединений деталей машин.

Определение диаметров многоступенчатого вала.

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.

Порядок проведения занятия и содержание отчета:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом данных методических указаний.
2. В отчете указать номер практического занятия, тему, цель.
3. Изобразить расчетную схему в соответствии с вариантом.
4. Выписать исходные данные из таблицы.
5. Разделить брус на участки, границы которых определяются сечениями, где изменяются площадь поперечного сечения или приложены внешние нагрузки. Пронумеровать участки.
6. Определить внутренние силовые факторы на каждом участке для чего применить метод сечения.
7. Построить эпюру N_z .
8. 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 до стандартного из ряда чисел $R40$.

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

9. Определить напряжения на каждом из участков.

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

10. Построить эпюру нормальных напряжений по длине бруса.

11. Определить деформацию каждого участка.

$$\frac{N_{zi}l_i}{A_i \cdot E} = \frac{\sigma_i l_i}{E} \text{ (мм)}$$

11. Определить перемещение свободного конца бруса.

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

12. Записать выводы по работе.

Практическое занятие 5

Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Расчеты на прочность при изгибе. Подбор рациональных сечений.

Цель работы: Научиться построению эпюр 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 $[\sigma_u] = 100 \text{ MPa}$.

Порядок проведения занятия и содержание отчета:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом данных методических указаний.

2. В отчете указать номер практического занятия, тему, цель.

3. Изобразить расчетную схему.

4. Выписать исходные данные из таблицы.

5. Заменить действие опор на балку силами реакций.

4. Составить уравнение равновесия для плоской системы параллельных сил:

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

6. 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.

8. Построить эпюру поперечных сил.

9. Определить величину изгибающего момента для каждого характерного сечения, как сумму моментов внешних сил, приложенных по одну сторону от сечения, относительно центра тяжести этого сечения.

10. Построить эпюру изгибающих моментов.

11. Выбрать наиболее нагруженное сечение, где $M_{i\max} = \text{max}$.

12. Записать уравнение условия прочности при изгибе:

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

13. Найти требуемую величину осевого сопротивления сечения:

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

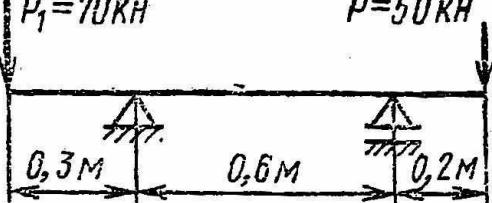
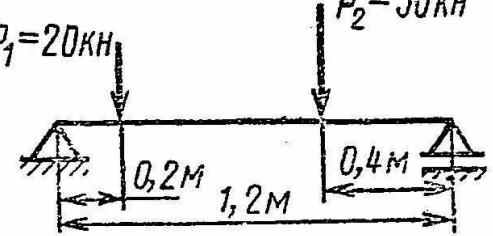
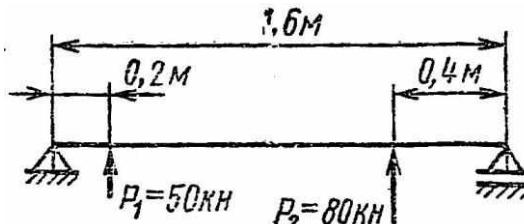
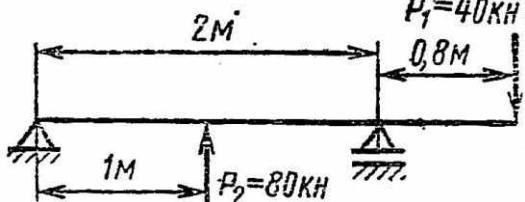
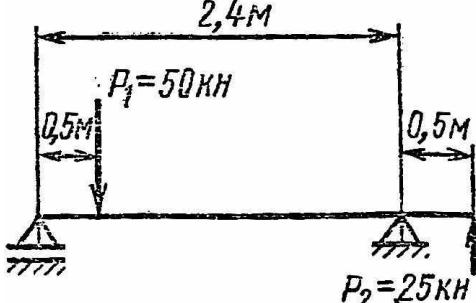
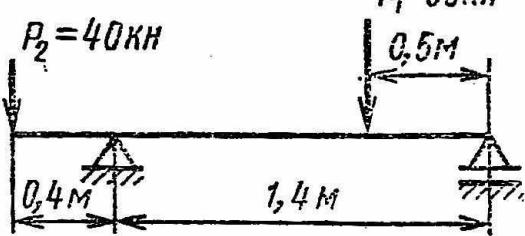
14. Определить диаметр наиболее нагруженного поперечного сечения оси:

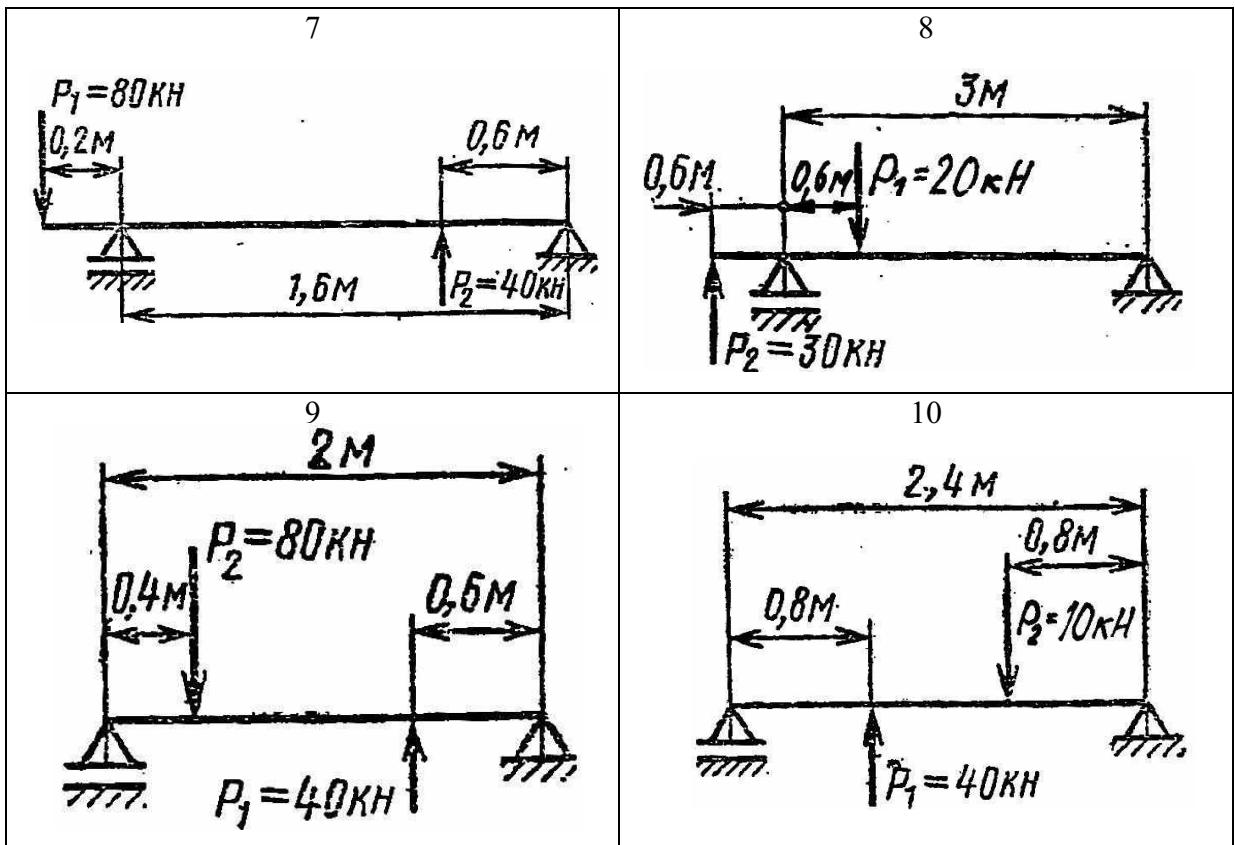
$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{10W_x}$$

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

16. Записать выводы по работе.

Задания к практической работе № 5

 <p>1</p>	 <p>2</p>
 <p>3</p>	 <p>4</p>
 <p>5</p>	 <p>6</p>



Практическое занятие 6

Изучение конструкции зубчатых редукторов.
Определение геометрических параметров зубчатых передач.

Цель работы: углубить и закрепить знания по теме «Редукторы».

Задание:

Произвести внешний осмотр редуктора, сверить соответствие редуктора и сборочного чертежа, изучить конструкцию корпуса, наметить план разборки редуктора.

Разборку редуктора производить в следующем порядке:

- отвинтив соединительные болты, снять крышки корпуса и крышки подшипниковых узлов;
- ознакомиться с внутренним устройством редуктора и назначением деталей, обратить внимание на способ смазывания зацепления и подшипников;
- снять входной и выходной валы редуктора с деталями и подшипниками, установленными на них;
- замерить угол наклона зубьев непосредственно по диаметру выступов с помощью универсального угломера или по отпечаткам зубьев на бумаге, предварительно нанеся на них тонкий слой краски посредством школьного транспортира.

Порядок проведения занятия и содержание отчета:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом данных методических указаний.
2. В отчете указать номер практического занятия, тему, цель.
3. Выписать исходные данные в таблицу 1:
 - название и тип исследуемого редуктора;
 - кинематическую схему редуктора;
 - эскиз одного из элементов зацепления;
 - характеристику конструкции редуктора (перечень основных деталей; конструкция колёс, способ соединения их с валами и способы осевой фиксации их на валах; конструкция подшипниковых узлов, схема их установки и способ смазки, способ смены смазки, наблюдение за состоянием редуктора и др.) уплотнения на выступающих концах валов редуктора;
 - таблицу основных параметров редуктора;
 - сравнительную характеристику данного редуктора с другими однотипными, стандартными конструкциями.
4. Записать выводы по работе.

Табл.1 Основные геометрические, кинематические и силовые параметры исследуемого редуктора

Наименование параметра и его ед. измерения	Обозначение	Способ определения	Результаты измерений и вычислений	
			Быстроходная ступень	Тихоходная ступень
Число зубьев шестерни	Z_1	Сосчитать		
Число зубьев колеса	Z_2	Сосчитать		
Передаточное число ступени	u_1 u_2	$u_1 = Z_2/Z$; $u_2 = Z_4/Z_3$		
Общее передаточное число	u_0	$u_0 = u_1 \cdot u_2$		
Межосевое расстояние, мм	a_ω	Измерить		
Угол наклона зуба по вершинам, град	β_a	Измерить		
Угол наклона зуба по делительному диаметру, град	β	$\beta = \arctg \frac{Z_1}{Z_1 + 2} \cdot \operatorname{tg} \beta_a$		
Модуль нормальный, мм	m_n	$m_n = \frac{2 \cdot a_\omega}{Z_1 + Z_2} \cdot \operatorname{Cos} \beta$		
Модуль торцовый, мм	m_t	$m_t = \frac{m_n}{\operatorname{Cos} \beta}$		

Делительный диаметр, мм	d_1 d_2	$d_1 = m_t \cdot Z_1$ $d_2 = m_t \cdot Z_2$		
Диаметр вершин зубьев, мм	d_{a1} d_{a2}	$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m$ $d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m$		
Ширина венцов колёс, мм	b_1 b_2	Измерить		

Примечание:

1. Межосевое расстояние сравнить со стандартным для данного типа редуктора;
2. Модуль зацепления округлить до ближайшего стандартного значения;
3. Если редуктор одноступенчатый, то $u_o = u$

Контрольные вопросы

1. Какой механизм называют редуктором? Каково назначение редуктора в приводе?
2. Что такое мотор-редуктор и в каких случаях его применяют?
3. Почему цилиндрические зубчатые редукторы получили широкое применение в машиностроении?
4. По каким схемам выполняют цилиндрические двухступенчатые редукторы? Дайте характеристику каждой схеме.
5. Каковы основные параметры редуктора?

Практическое занятие 7

Изучение конструкции червячного редуктора.

Расчет плоскоременной передачи по тяговой способности.

Цель работы: 1. изучить конструкцию червячного редуктора;

2. углубить и закрепить знания по теме «Плоскоременная передача» путем практического решения задач.

Задание

Рассчитать плоскоременную передачу. Установленную в системе привода от электродвигателя к ленточному конвейеру (Рис. 1). Мощность электродвигателя P_1 , его угловая скорость ω_1 . Скорость ленты конвейера v . Диаметр барабана D . Передаточное число редуктора и плоскоременной передачи принять самостоятельно. Работа односменная, пусковая нагрузка 140% от номинальной. Недостающие данные принять самостоятельно.

Табл. 1

Параметр	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_1 кВт	2,0	2,1	2,2	2,3	3,5	4,55	5,6	3,7	2,8	2,9

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ω_1 рад/с	78	80	82	84	86	92	94	96	98	100
v м/с	1,2	1,25	1,30	1,40	1,42	1,45	1,50	0,80	0,82	1,0

Пример. Рассчитать плоскоременную передачу (Рис.1).

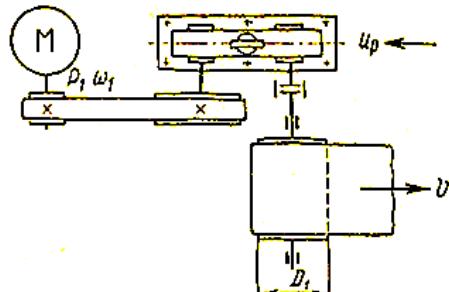


Рис.1

Дано: $P_1 = 22$ кВт

$\omega = 77$ рад/с

$v = 0,7$ м/с

Решение

1. Для заданной передачи принимаем резинотканевый ремень по ГОСТ 23831-79.

2. Определяем угловую скорость приводного барабана ленточного конвейера по формуле

$$\omega_3 = \frac{2 \cdot v}{D} = \frac{2 \cdot 0,7}{0,5} = 2,5 \text{ rad/s}$$

3. Определяем общее передаточное число привода по формуле

$$u_0 = \frac{\omega_3}{\omega_1} = \frac{77}{2,5} = 30,8$$

4. Принимаем передаточное число редуктора $u_2 = 15$.

Тогда передаточное число ременной передачи составит

$$u_1 = \frac{u_0}{u_2} = \frac{30,8}{15} = 2,05$$

5. Определяем врачающий момент на валу электродвигателя

$$T = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{22 \cdot 10^3}{77} = 285,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

5. Диаметр меньшего шкива по формуле

$$d_1 = (52...64) \sqrt[3]{T_1} = (52...64) \sqrt[3]{285,7} = 342...420 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр шкива $d_1 = 355$ мм.

6. Проверим ремень по допускаемой скорости по формуле

$$\nu = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{2} = \frac{77 \cdot 0,355}{2} = 13,66 \text{ м/с} \quad [\nu] = 15 \text{ м/с}$$

Выбранный ремень по скорости подходит.

Диаметр большего шкива при относительном скольжении $\varepsilon = 0,01$ по формуле

$$d_2 = u_1 \cdot d_1 (1 - 0,01) = 2,05 \cdot 355 (1 - 0,01) = 720,5 \text{ мм}$$

Принимаем $d_2 = 710$ мм

Табл.13

d_2 ,мм ММММ	40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000.
----------------------	---

Уточним передаточное отношение:

$$i_p = \frac{d_2}{d_1 \times (1 - \varepsilon)} = \frac{710}{355 \times (1 - 0,01)} = 2,02$$

$$\frac{2,05 - 2,02}{2,05} \times 100\% = 1,46$$

Расхождение: $1,46\%$, что соответствует допускаемому $\pm 4\%$.

Межосевое расстояние a_p в соответствии с формулой 11.18 [2]

$$a_p = 2(d_1 + d_2) = 2(355 + 710) = 2130 \text{ мм.}$$

Угол обхвата меньшего шкива:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \times \frac{d_2 - d_1}{a_p} = 180^\circ - 57 \times \frac{710 - 355}{2130} = 170,5^\circ$$

, что допустимо.

Коэффициент динамичности нагрузки по табл.11.1 $k_A = 1$.

Расчётная окружная сила по формуле 11.3 [2]

$$F_t = \frac{k_A \cdot P_1}{\nu} = \frac{1 \cdot 22 \cdot 10^3}{13,66} = 1610 \text{ Н}$$

Для расчёта по тяговой способности вычислим расчётное допускаемое полезное напряжение $[k]$. Допускаемое полезное напряжение для ремня при начальном напряжении

$\sigma_0 = 1,8 \text{ МПа}$, скорости $\nu = 10 \text{ м/с}$, $\alpha = 180^\circ$ и отношении диаметра меньшего шкива d_1 к толщине δ ремня $\frac{d_1}{\delta} = 50[k_0] = 2,3$ МПа.

Значения корректирующих коэффициентов принимаем по таблицам [2]

$k_v = 0,96$ - скоростной коэффициент;

$k_\alpha = 0,97$ - коэффициент угла обхвата;

$k_b = 0,8$ - коэффициент, учитывающий вид передачи.

Тогда по формуле

$$[k] = [k_0] k_v k_a k_B = 2,3 \cdot 0,96 \cdot 0,97 \cdot 0,8 = 1,71 \text{ МПа}$$

Требуемая по тяговой способности площадь поперечного сечения ремня по формуле

$$A = \frac{F_t}{[k]} = \frac{1610}{1,71 \cdot 10^6} = 941,5 \cdot 10^6 \text{ м}^2 = 941,5 \text{ мм}^2$$

По ГОСТ 23831-79 принимаем резинотканевый ремень с пятью прокладками толщиной 1,25 мм каждая. Толщина всех прокладок или толщина

$$b = \frac{A}{\delta} = \frac{941,5}{6,25} = 150,6 \text{ мм}$$

ремня $\delta = 1,25 \cdot 5 = 6,25 \text{ мм}$. Тогда ширина ремня составит

По ГОСТ 23831-79 $b = 150 \text{ мм}$

Табл.2

b мм	20, 25, 40, 50, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160
-----------	---

Расчётная длина ремня:

$$l = 2a_p + 0,5 \times \pi \times (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \times a_p} =$$

$$= 2 \times 2130 + 0,5 \times 3,14 \times (355 + 710) + \frac{(710 - 355)^2}{4 \times 2130} = 5946,8 \text{ мм.}$$

Принимаем $l = 5950 \text{ мм}$

Табл.15

l мм	500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1050, 1100, 1150, 1200, 1250, 1300, 1350, 1400, 1450, 1500, 1550, 1600, 1700, 1800, 2000, 2250
-----------	--

Проверяем ремень на долговечность по частоте его пробегов в секунду по формуле

11.33 [2]

$$n = \frac{v}{l} = \frac{13,66}{5,95} = 2,3 \text{ с}^{-1}$$

, что вполне допустимо.

Уточним значение межосевого расстояния a_p с учетом стандартного длины ремня:

$$a_p = 0,25 \times [(l - \omega) + \sqrt{(l - \omega)^2 - 2y}],$$

где $\omega = 0,5 \times \pi \times (d_1 + d_2) = 0,5 \times 3,14 \times (355 + 710) = 1672,05 \text{ мм}$;

$$y = (d_2 - d_1)^2 = (710 - 355)^2 = 12,6 \times 10^4;$$

$$a_p = 0,25 \times [(5950 - 1672,05) + \sqrt{(5950 - 1672,05)^2 - 2 \times 12,6 \times 10^4}] = 2131,6 \text{ мм.}$$

При монтаже передачи необходимо обеспечить возможность уменьшения межосевого расстояния на $0,01 \times L = 0,01 \times 5950 = 59,50 \text{ мм}$.

Порядок проведения занятия и содержание отчета:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом данных методических указаний.
2. В отчете указать номер практического занятия, тему, цель.
12. Записать выводы по работе.

Контрольные вопросы

- 1.Что представляет собой открытая передача плоским ремнем?
- 2.Каковы основные типы плоских приводных ремней? Как устроен плоский резинотканевый ремень?
- 3.Какие факторы влияют на нагрузочную способность передачи плоским ремнем? Как в расчете учитывают реальные условия эксплуатации?
- 4.Почему при проектировании ременных передач следует избегать минимальных диаметров шкивов? Почему плечевые ремни допускают работу с меньшими диаметрами шкивов?
- 5.Что определяет область применения чугунных шкивов?
- 6.Для чего у некоторых шкивов передач плоским ремнем обод делают выпуклым?
- 7.Каково назначение натяжного устройства?

Практическое занятие 8

Расчет цепной передачи.

Цель работы: 1. Научиться определять кинематические и силовые характеристики приводов, состоящих из ряда последовательно соединенных передач.

2. Научить производить расчёты передачи.

Задание:

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

Принять: $\eta_{поди} = 0,99$ - 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.

1. Порядок проведения занятия и содержание отчета:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом данных методических указаний.
2. В отчете указать номер практического занятия, тему, цель.
3. Начертить схему привода в соответствии с вариантом.
4. Пронумеровать валы.
5. Определить передаточное отношение каждой ступени.

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

6. Определить передаточного числа привода.

$$u = u_1 \cdot u_2 \cdot (u_3)$$

7. Определить частоту вращения валов.

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

8. Определить частоту вращения валов.

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

9. Определить мощности на валов.

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

10. Определить К.П.Д. привода

$$\eta = \eta_{\text{подшип}}^k \cdot \eta_{\text{неп}} \cdot \eta_{\text{неп}} \cdots$$

где k – число пар подшипников.

Уточнить мощность

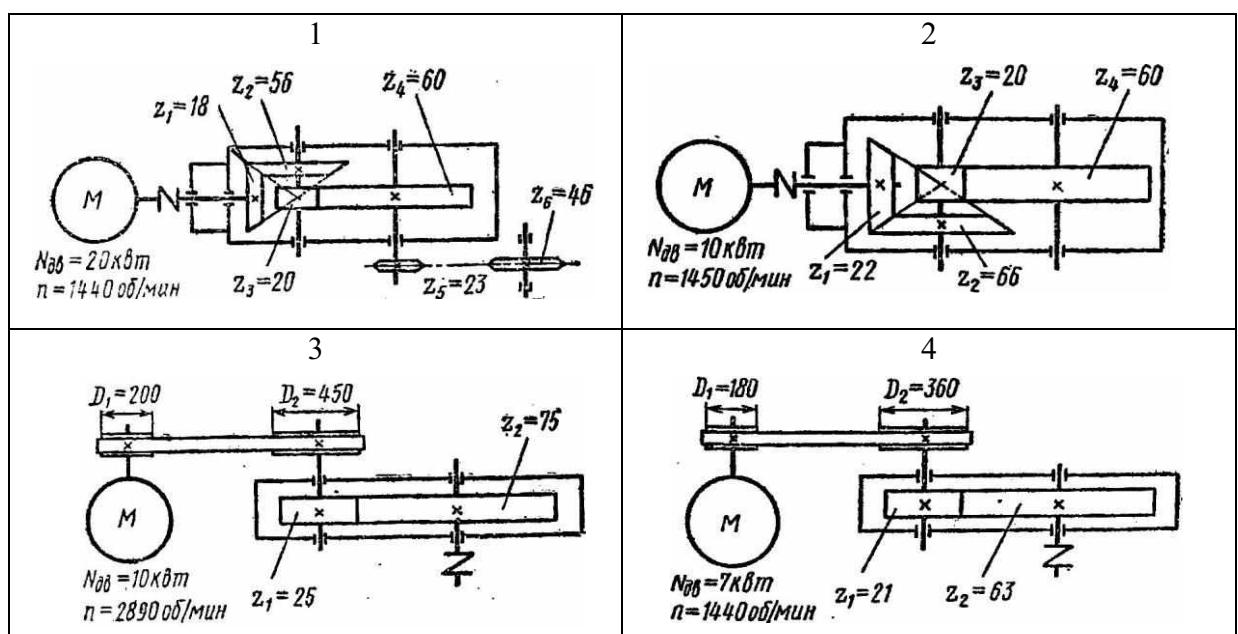
$$P_4 = \frac{P_{\text{об}}}{u} \cdot \eta$$

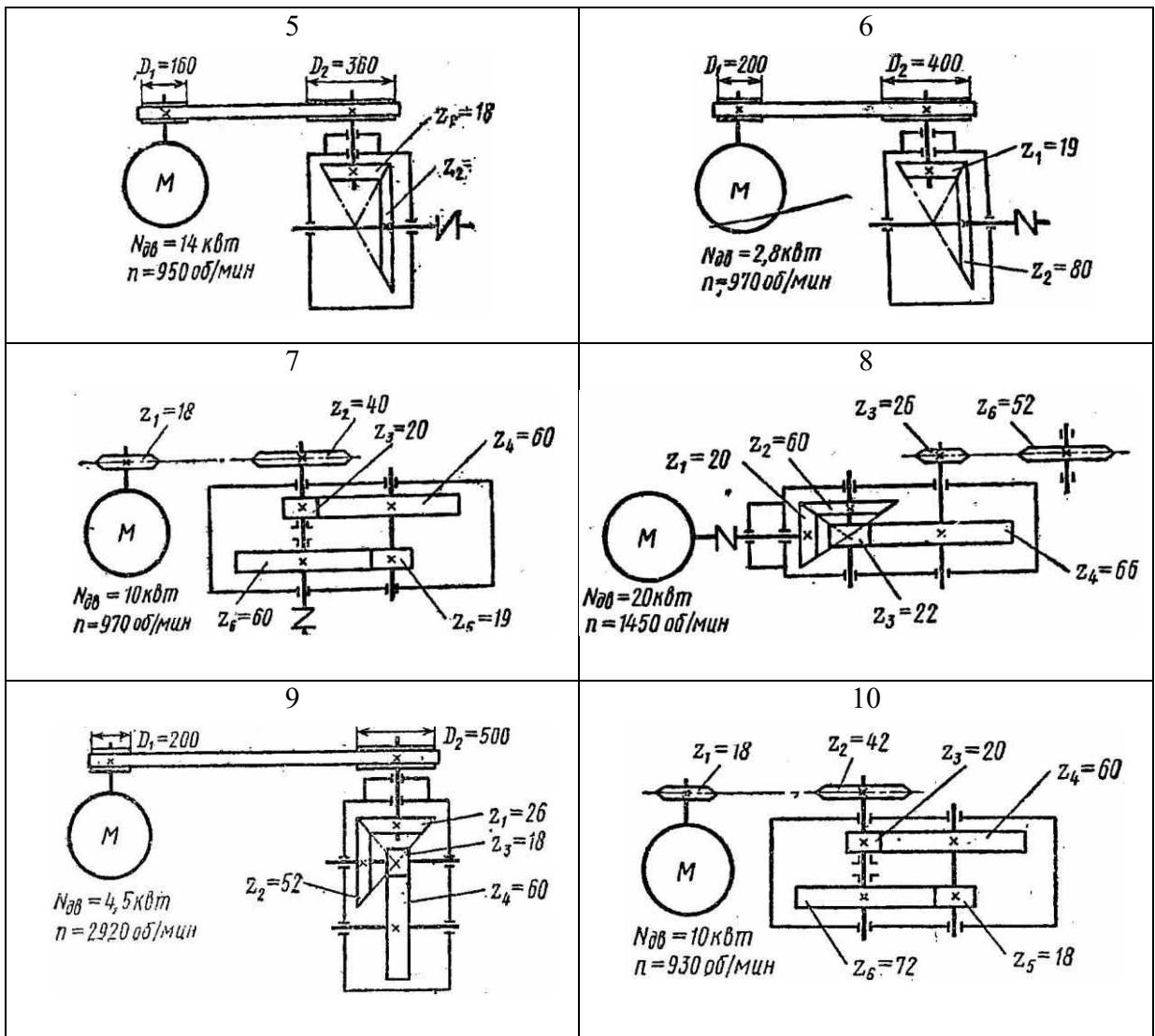
11. Определить вращающие моменты на валах

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

12. Записать выводы по работе.

Задания к практической работе № 8





Контрольные вопросы.

1. Характеристики, классификация и область применения зубчатых передач.
2. Виды разрушений зубчатых колес.
3. Рассчитать зубчатую косозубую передачу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнив задания на практических занятиях по дисциплине «Техническая механика», обучающийся получает возможность достичь следующих целей:

- закрепить, обобщить, систематизировать и углубить полученные теоретические знания по наиболее важным темам дисциплины;
- сформировать умение применять полученные знания на практике;
- развить аналитические способности, внимательность;
- развивать коммуникативные способности, умение работать в команде, гибкость мышления;
- выработать навыки работы с литературой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

1. Гребенкин, В. З. Техническая механика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. З. Гребенкин, Р. П. Заднепровский, В. А. Летягин ; под редакцией В. З. Гребенкина, Р. П. Заднепровского. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 390 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10337-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495280>.
2. Техническая механика : учебник для среднего профессионального образования / В. В. Джамай, Е. А. Самойлов, А. И. Станкевич, Т. Ю. Чуркина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 360 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-14636-3. — Текст : электронный.

Дополнительные источники:

1. Зиомковский, В. М. Техническая механика : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. М. Зиомковский, И. В. Троицкий ; под научной редакцией В. И. Вешкурцева. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 288 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10334-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495283>.

Интернет-ресурсы

1. <http://www.teoretmeh.ru> – Теоретическая механика.
2. <http://www.freetermeh.ru> – Лекции по теоретической механике
3. <http://www.edulib.ru>. – Сборник задач по теоретической механике, решаемых с применением ЭВМ
4. <http://window.edu.ru/window/library> – электронный учебный курс для студентов