РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
ТЕХНИКУМ
(Техникум ФГБОУ ВО РГУПС)

Методические указания к выполнению лабораторных и практических работ

ОП.02. ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 23.02.06

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Базовая подготовка среднего профессионального образования

г. Ростов-на-Дону
2016 год.

ОДОБРЕНА
Предметной (цикловой)
комиссией
«Специальности
общепрофессиональных
и социально-экономических
дисциплин»
Протокол № 1
От 30.08 2016 г.

Председатель комиссии
_____ А. С. Родионов

Методические указания к
выполнению лабораторно-
практических работ разработаны
на основе рабочей программы,
учебной дисциплины
«Техническая механика»,
специальности
23.02.06 «Техническая эксплуатация
подвижного состава на
железнодорожном транспорте»

Заместитель директора
по УМР
_____

Разработчик:Байер А.Б., преподаватель техникума ФГБОУ ВО РГУПС

Рекомендована объединенной методической комиссией техникума ФГБОУ ВО РГУПС.
Заключение ОМК № 1 от «26» сентября 2016 г.

2

Содержание

Пояснительная записка

1. Лабораторная работа №1 6
2. Лабораторная работа №2 10
3. Лабораторная работа №3 12
4. Лабораторная работа №4 15
5. Практическая работа №1 18
6. Практическая работа №2 22
7. Практическая работа №3 25
8. Практическая работа №4 26
9. Практическая работа №5 28
10. Практическая работа №6 30

Пояснительная записки.

Данная программа расчитана на 80 часов по специальности 190623 «Техническая эксплуатация подвижного состава». Предусматривает проведение теоретических занятий в аудитории, самостоятельные работы студентов, а также лабораторно-практических работ в количестве 20 часов. Лабораторные и практические работы проводятся после изучения соответствующих теоретических тем программы с целью практического закрепления знаний. Содержание лабораторно-практических работ обеспечивает реализацию основных требований государственного образовательного стандарта к уровню подготовки выпускников техникума по данной специальности.

Методическое пособие содержит указания по проведению 4 лабораторных работ и 6 практических занятий, наименование которых соответствует рабочей программы учебной дисциплине «Техническая механика».

При проведении занятий применяются активные формы обучения, направление на закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам и приобретение практических навыков и умений выделять главное, сравнивать, делать выводы.

Выполнение лабораторных работ прививает студентам навыки в проведении испытаний и в составлении отчетов.

После каждого занятия студенты должны представить отчет о проделанной работе, после чего выставляется зачет.

Данное пособие носит рекомендательный характер, и преподаватели могут совершенствовать формы и методы проведения лабораторных работ и практических занятий применительно к конкретным условиям и возможностям образовательного учреждения.

Лабораторная работа № 1

Определение коэффициента трения скольжения

Цель работы: Ознакомиться с приближенными методами коэффициента трения скольжения различных материалов.

Оборудование:

1.Установка для определения коэффициента трения скольжения на наклонной плоскости

2.Угломер

3.Линейка

4.Бруски из различных материалов

5.Весы

Краткие теоретические сведения

При опоре одного тела силой тяжести G на другое, кроме нормативной реакции Rn, при действии сдвигающей силы F возникает касательная сила реакции - сила трения - Rf. С увеличением сдвигающей силы, сила трения тоже возрастает и достигает предельного значения - Rf max. Сила трения всегда направлена в сторону, противоположную перемещению тела.

Отношение предельной силы трения к нормальной силе давления, называется статическим коэффициентом трения

$$f_o = \frac{Rf\ max}{Rn}$$

Тангенс угла трения, равен статическому коэффициенту трения -

$$tg\ \varphi_o = f_o = \frac{max\ Rf}{Rn}$$

После начала скольжения тела коэффициент трения уменьшается и принимает значение динамического коэффициента трения -f < fo, т.е. Rf = fRn

Тело остается до тех пор, пока Rf < max Rf т.е. tgα < tgα0 или α < α0 (условие самоторможения)

Порядок выполнения

1.Ознакомиться с устройством установки для определения коэффициента трения на наклонной плоскости.

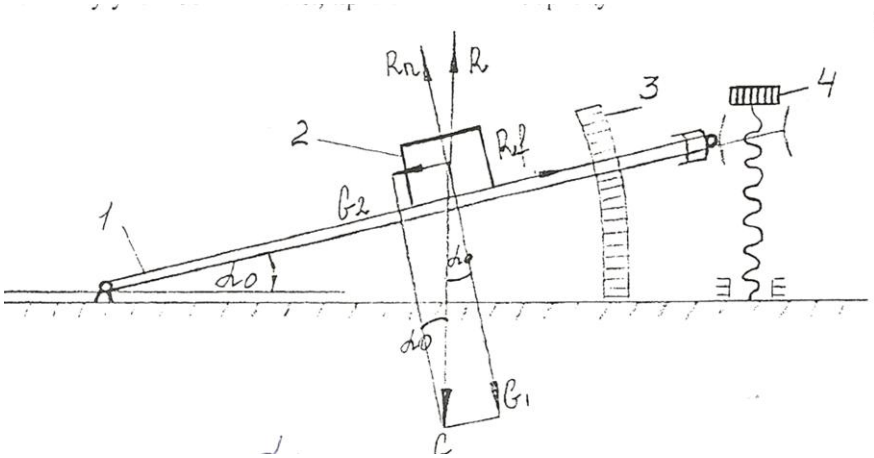
2.Определить вес бруска и подготовить его к испытанию

3.Установить образец на плоскости и при помощи винта увеличивать угол подъема до тех пор, пока под действием собственной силы тяжести образец не начнет двигаться.

4.Замерить угол подъема наклонной плоскости α0, для каждого образца. Опыт повторить три раза.

5.Вычислить коэффициент трения покоя - fo и движения – f, fo = tg □0 = tg α0, - как среднее значение – f=tg □=tgα

6.Сделать схему установки и силы, приложенные к образцу.



7.Определить углы наклона: α0 (навновесие)

8.Результаты испытаний при статическом равновесии: оформить в виде таблице.

Материал плиты Материал образца

Замер	Угол наклона к горизонту	α 0	f0	
1				
2				
3				
Среднее значение				

9.Статический коэффициент трения f0 = tg Q0; foT= $\frac{\max Rf}{Rn}$ (теоретический)

10.Погрешность.

$$\frac{|f_{oT} - f_o|}{f_{oT}} \cdot 100\%$$

$$\frac{|f_T - f|}{f_T} \cdot 100\ \%$$

1. Вывод.

Контрольные вопросы

1.Какие факторы влияют на величину силы трения?
2.Всегда ли сила трения является вредной. Примеры, когда она необходима.
3.Зависит ли величина коэффициента трения скольжения от величины силы нормального давления?
4.Как влияет смазка и шероховатость поверхности на величину коэффициента трения?
5.Какая зависимость между коэффициентом трения и углом трения?
6.При каком условии будет самоторможение?

Таблица средних значений коэффициента трения скольжения.

Материалы трущихся тел	Коэффициент трения			
	покоя		движения	
	насухо	со смазкой	насухо	со смазкой
Сталь — сталь	0,15	0,1—0,12	0,15	0,05—0,1
Сталь — мягкая сталь	—	—	0,2	0,1—0,2
Сталь — чугун	0,3	—	0,18	0,05—0,15
Мягкая сталь — чугун	0,2	—	0,18	0,05—0,15
Сталь — бронза	0,15	0,1—0,15	0,15	0,1—0,15
Мягкая сталь — бронза	0,2	—	0,18	0,07—0,15
Чугун — чугун	—	0,18	0,15	0,07—0,12
Чугун — бронза	—	—	0,15—0,2	0,07—0,15
Бронза — бронза	—	0,1	0,2	0,07—0,1
Мягкая сталь — дуб	0,6	0,12	0,4—0,6	0,1
Мягкая сталь — вяз	—	—	0,25	—
Чугун — дуб	0,65	—	0,3—0,5	0,2
Чугун — вяз или тополь	—	—	0,4	0,1
Бронза — дуб	0,6	—	0,3	—
Дерево — дерево	0,4—0,6	0,1	0,2—0,5	0,07—0,15
Кожа лицевой стороной — дуб	0,6	—	0,3—0,5	—
Кожа бахтармой — дуб	0,4	—	0,3—0,4	—
Кожа — чугун	0,3—0,5	0,15	0,6	0,15
Резина — чугун	—	—	0,8	0,5

Содержание отчета

1. Название работы, её цель
2. Используемое оборудование

3. Рисунок установки
4. Таблица результатов испытаний
5. Выводы

Список библиографической литературы

1. Руководство по проведению лабораторных и практических работ. Москва. Высшая школа 2005 г.
2. Ивченко Г.М. Сопротивление материалов. Учебник для средних специальных учебных заведений, 9 изд. ИНФРА – М 2010 г.
3. Аркума А.И. Техническая механика и сопротивление материалов. Учебник для машиностроительных техникумов, 2 изд. Доп. М. Высшая школа 2008 г.
4. Куклин Н.Г. , Куклин Г.С. Детали машин. Учебник для техникумов. Высшая школа 2007 г.

Лабораторная работа №2

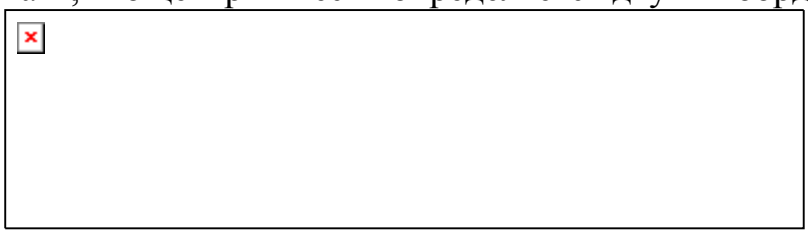
Определение центра тяжести плоских составных фигур

Цель работы: Определить положение центра тяжести сложной фигуры аналитическим и опытным путем.

Оборудование: 1. Вертикальные стойки с иглой.
2.Плоская фигура с отверстием.
3.Линейка.

Краткие теоритические сведения:

Центр тяжести - это геометрическая точка, которая может быть расположена и вне тела. Большое практическое значение имеет определение центра тяжести тонких плоских однородных пластин. Их толщиной можно пренебречь и считать, что центр тяжести определяется двумя координатами.



где А - площадь части фигуры. x,y - координаты центра тяжести частей фигуры.

Порядок выполнения:

1.Подвесить данную пластинку в какой-либо точке и по отвесу провести вертикальную линию. Так же сделать для второй и для третьей точки. Центр тяжести будет находиться на пересечении всех 3-ех линий.
2.Расположить пластинку так, чтобы в левой нижней точке был прямой угол, по сторонам которого мысленно направить координатные оси.
3.Измерить расстояние от центра тяжести до координатных осей и определить xc и yc практически.
4.Замерить размеры данной - пластинки и вычертить ее натуральную величину или в масштабе 1:2, расположив, как указано в пункте 2.
5.Определить центр тяжести полученного составного сечения.
6.Заполнить таблицу и вычислить координаты центра тяжести по формулам:

		$A_к$ см^2		$X_к$ см		$Y_к$ см

7.Погрешность:

$$\frac{(X_c - X_c практ)}{X_c} 100\% =$$

$$\frac{(Y_c - Y_c практ)}{Y_c} 100\% =$$

8.Вывод.

Контрольные вопросы:

Что называется центром тяжести?

Каковы методы определения координат центра тяжести?

Чем обуславливается устойчивость поезда?

Содержание отчёта

1.Название и её цель.

2.Используемое оборудование.

3.Рисунок составной фигуры.

4.Таблица результатов испытания.

Список библиографической литературы

1. Руководство по проведению лабораторных и практических работ. Москва. Высшая школа 2005 г.
2. Аркума А.И. Техническая механика и сопротивление материалов. Учебник для машиностроительных техникумов, 2 изд. Доп. М. Высшая школа 2008 г.

Лабораторная работа №3.

Определение модуля продольной упругости

Цель работы: проверка закона Гука и определение модуля продольной упругости Е.

Оборудование:

1.Прибор для изучения деформации растяжения.

2.Измерительные инструменты - микрометр и линейка.

Краткие теоритические сведения:

Модуль упругости характеризует механические свойства материала т.е. его жескость. Изменения длины стержня для большинства материалов прямопропорционально продольной силе. $\Delta l = \frac{Hl_0}{EA}$. Для установки зависимости удлинения от осевой нагрузки, нагружение образца производят ступенями каждый раз увеличивают на одну и туже величину. После каждого нагружения, удлинения будет тоже на одну и туже величину.

Порядок выполнения:

1. Ознакомиться с устройством прибора по растяжению

2. Замерить диаметр проволоки.

d = мм =см

и подсчитать площадь сечения-

А= мм^2

3.Установить динамометр на "нуль" и подложить проволоку под винтовые зажимы ползунков и закрепить их. Ползуны должны быть установлены на расстоянии.

L_0=250 мм друг от друга.

4.Установить индикатор так, чтобы большая и малая стрелка устанавливались на "нуль". Для этого перемешать стержень до упора со штифтом индикатора. при этом малая стрелка, сделав оборот, должна установиться на "нуль". В таком положении стержень специальным винтом закрепляется. Вращая аккуратно за ободок индикатора, следует установить большую стрелку на "нуль". Большая стрелка показывает удлинение проволоки в сотых долях мм, а малая целых мм.

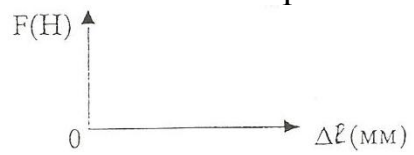
5.Поворачивая колок червячного механизма, создать постепенно растягивающую силу, например: 5Н. ЮН. 15Н, 20Н, 25Н, ЗОН, наблюдая каждый раз за показаниями индикатора.

6. Заполнить таблицу

Таблица результатов вычисления

Показания динамометра F, Н	Показания индикатора в сотых долях мм $\Delta\ell$
5	
10	
15	
20	
25	
30	

7.По данным таблицы построить на клеточной бумаге, в тетради, график растяжения стальной проволоки /до предела пропорциональности /



8.Определить величину модуля упругости материала проволоки по формуле для каждого испытания:

$$E\frac{F l_0}{\Delta l A}\ [\text{мПа}]$$

9.Определить среднее значение модуля упругости:

$$E_{ср} = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6}{6}$$

10.Погрешность:

$$\frac{|E - E_{ср}|}{E} * 100\%$$

11.Выводы

12.Значение модуля продольной упругости для некоторых материалов.

Сталь	/1,87-2,16/	$*10^5$[мПа]
Чугун	/0,785-1,447/	$*10^5$[мПа]
Латунь и бронза	/0,98-1,28/	$*10^5$[мПа]

Контрольные вопросы:

1.Что характеризует модуль упругости?
2.В чем измеряется модуль упругости?
3.Одинаковый ли модуль упругости для различных материалов или нет?

Список библиографической литературы

1. Руководство по проведению лабораторных и практических работ. Москва. Высшая школа 2005 г.

2. Ивченко Г.М. Сопротивление материалов. Учебник для средних специальных учебных заведений, 9 изд. ИНФРА – М 2010 г.

Лабораторная работа №4

Определение параметров колёс прямозубой цилиндрической передачи

Цель работы: Определить геометрические характеристики зубчатого эвольвентного зацепления пары зубчатых колёс.

Оборудование:

1.Зубчатое колесо (шестерня)
2.Штангенциркуль
3.Линейка

Краткие теоритические сведения:

Основной характеристикой зубчатого эвольвентного зацепления является окружной модуль зубьев, который равен отношению окружного шага зацепления к постоянному числу π, т. е.

$$m = \frac{p}{\pi}$$

Модуль зубьев m - часть диаметра делительной окружности, приходящаяся на один зуб.

Таким образом, модуль - основная характеристика зубьев. Для пары зубчатых колёс, находящихся в зацеплении, модуль должен быть одинаковым.

Модуль зацепления измеряется в мм, его значения стандартизованы,

ГОСТ 9563-60

1-й ряд: 1; 1,25; 2: 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20.

2-й ряд: 1; 1,25; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9;11;14;18; 22.

При выборе модулей первый ряд Предпочтительнее второго. Модуль можно выразить и через диаметры:

а) делительной окружности $m = \frac{d}{z}$

б) вершин зубьев $m = \frac{d_a}{z+2}$

Порядок выполнения:

1.Замерить диаметр вершин зубьев (колеса или шестерни, указанного преподавателем)

$d_{a=}$

2.Подсчитать число зубьев (колеса или шестерни)

z=

3.Определить модуль зубьев

4.Округлить значение модуля до ближайшего стандартного v

m=

5.Определить размеры зубьев и элементы зацепления:

5.1.Окружной шаг □=πm=

5.2. высота головки зуба $h_a=m=$

5.3.высота ножки зуба $h_f = 1.25m =$

5.4.высота зуба $h= 2.25m =$

5.5.толщина зуба $S = \frac{\pi * m}{2}$

5.6.радиальный зазор между зубьями $c= 0.25т =$

6.Выбрать передаточное число, указанное преподавателем из ряда, по ГОСТу 2185-66

1-й ряд: 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10.

2-й ряд: 1; 1,2; 1,4; 1,8; 2,24; 2,8; 3,55; 4,5; 5,6; 7,1; 9; 11,2.

Первый ряд следует предпочитать второму.

7.Определить число зубьев (шестерни или колеса) на основе выбранного передаточного числа z_1 или z_2

8.Определить размеры зубчатого колеса и шестерни по формулам

8.1.$d_1=mz_1=$ диаметр делительной окружности

8.2.$d_{a1}=d_1+2h_a=$ диаметр вершин

8.3.$d_{f1}=d_1-2,5h_f=$ диаметр впадин

8.4.$d_2= mz_2=$

8.5.$d_{a2}=d_2+2h_a=$

8.6.$d_{f2}=d_2-2,5h_f=$

9.Межосевое расстояние - главный параметр зубчатой передачи

$$a_w = \frac{d_1+d_2}{2}$$

Значение a_w округлить до ближайшего по ГОСТ 2185-66

1-й ряд: 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1600; 2000; 2500.

2-й ряд: 71; 90; 112; 140; 180; 224; 280; 355; 450; 560; 710; 900; 1120; 1400; 1800; 2240.

Первый ряд следует предпочитать второму.

10.Ширина венца колеса

$b_{2=}\psi_{ba} * a_w$

Для стандартных редукторов для ψ_{ba} по ГОСТ 2185-66 взять следующие значения по указанию преподавателя

ψ_{ba}:0,1; 0,125; 0,16; 0,2; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1; 1,125.

11.Ширина венца шестерни

$b_1=b_2+2….4мм$

12. Рассчитать силы в зацеплении колес, если мощность на налу шестерни 10кВт, а частота вращении 1000 об/мин, т.е. P_1 = 10кВт, n_1=1000 об/мин.

12.1. $W_{1=}\frac{\pi n_1}{30}$ 12.2.$T_1 = \frac{10^3 P_1}{W_1}$

T_1 - вращающий мемепт на валу шестерни

12.3.окружная сила

$F_t \frac{10^3 T_1 (u+1)}{a_w}$

12.4.радиальная сила

$F_r = F_t tg\, a_w =$

Где a_w- угол зацепления, tg 20^0 = 0,364

13.Погрешность:

13.1.$\frac{|m - m_{\text{пр.}}|}{m} * 100\%$

13.2.$\frac{|a_w - a_{w\text{пр.}}|}{a_w} * 100\%$

14.Выводы

Контрольные вопросы:

1.Что характеризуй модуль зубьев?

2.Какие величины зубчатого эвольвентного зацепления являются стандартными?

3. Как влияет число зубьев шестерни на работу передачи?

4.Как влияет па размеры передачи величина коэффициента ширины венца ψ_{ba}?

5.Какие рекомендации принимают во внимание при выборе модуля зацепления?

Список библиографической литературы

1. Руководство по проведению лабораторных и практических работ. Москва. Высшая школа 2005 г.
2. Куклин Н.Г. , Куклин Г.С. Детали машин. Учебник для техникумов. Высшая школа 2007 г.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил

Цель работы: произвести графические и аналитические исследования плоской системы сходящихся сил. Выявить, уравновешена ли заданная система сил или не уравновешена.

Оборудование: линейка, угольник, карандаш, транспортир, таблица Брадиса, циркуль.

Краткие теоретические сведения

Если линии действия всех сил расположены в одной плоскости и пересекаются в одной точке, они образуют систему сходящихся сил, число сил при этом может быть любым. Последовательно складывая сходящиеся силы, их приводят к одной равнодействующей силе. Сложение сил можно производить двумя способами: графическим и аналитическим. Графическое сложение плоской системы сходящихся сил производят построением силового многоугольника, он позволяет быстро и наглядно произвести сложение сил, но точность зависит от точности выполнения построений. Аналитический метод позволяет получить более точные результаты. Последовательность действий дается в таблицах 1.1 и 1.2. Один из главных вопросов при исследовании системы сил - является ли данная система сил уравновешенной или неуравновешенной.

Порядок выполнения:

1.Выбрать номер задания (по таблице 1.3.) и масштаб.
2.Построисть в масштабе силовой многоугольник в последовательности, указанной в таблице 1.1.
3.Измерить длину векторов равнодействующей и транспортиром угол между равнодействующей и осью X. Вычислить модуль равнодействующей.
4.Вычислить модуль и направление равнодействующей аналитическим способом (методом проекции) (см. таблицу 1.2.).
5.Погрешность:

$$\Delta F_{\sum} = \frac{F_{\sum граф.} - F_{\sum анал.}}{F_{\sum анал.}} \cdot 100\%$$

6.Вывод

Контрольные вопросы:

1. Чему равна равнодействующая уравновешенной системы сходящихся сил?
2. Укажите последовательность построения силового многоугольника для системы сходящихся сил?
3. Можно ли, построив силовой многоугольник, определить, уравновешена или не уравновешена заданная система сходящихся сил?

4. Как методом проекций вычислить величину равнодействующей системы Сходящихся сил и угол, определяющий ее направление?
5.Какую силу нужно приложить к заданным силам при их уравновешивании: равнодействующую или уравновешивающую?

Таблица 1.1.Последовательность действий при построении силового многоугольника для определения уравновешанности системы сходящихся сил.

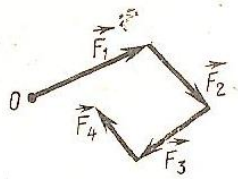
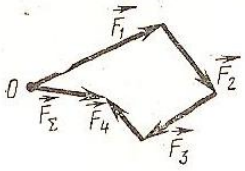
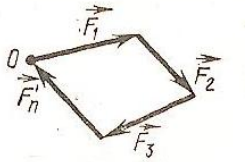
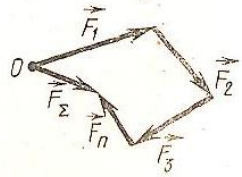
№ п/п	Наименование операций	
1	Из произвольной точки O отложить первый вектор силы $\vec{F}_1$	
2	Из конца первого вектора отложить вектор второй силы $\vec{F}_2$	
3	Из конца второго вектора отложить вектор третьей силы и т. д. Повторить операцию n—1 раз	
4	Направить замыкающий вектор от начала первого вектора (точки O) к концу последнего $\vec{F}_n$	
5	Определить модуль и направление равнодействующей: а) при $\vec{F}_\Sigma = 0$ система сил уравновешена б) при $\vec{F}_\Sigma \neq 0$ система сил не уравновешена	 

Таблица 1.2. Последовательность действий при определении методом проекций равнодействующей заданной плоской системы сходящихся

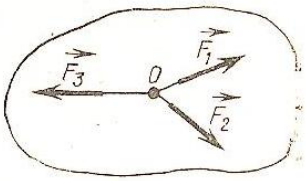
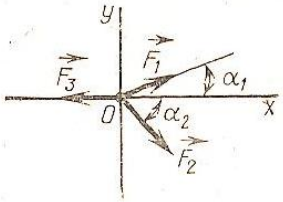
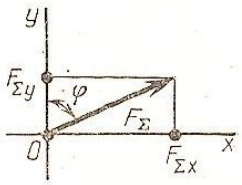
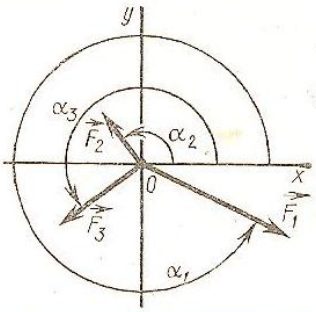
№ п/п	Наименование операций	
1	Изобразить схематически тело и заданные силы; найти точку пересечения этих сил	
2	Провести оси координат так, чтобы одна ось была перпендикулярна некоторым силам. Начало координат должно совпадать с точкой пересечения сил. Указать острые углы, образованные силами с осями координат	
3	Вычислить проекции всех заданных сил на оси координат. Сумма проекций всех сил на оси x и y равна проекциям $F_{\Sigma x}$ и $F_{\Sigma y}$ равнодействующей силы	$F_{\Sigma x} = F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - F_3$ $F_{\Sigma y} = F_1 \sin \alpha_1 - F_2 \sin \alpha_2$
4	На осях координат отложить проекции равнодействующей силы. Эти отрезки образуют стороны прямоугольника, диагональ которого — равнодействующая	 $F_\Sigma = \sqrt{F_{\Sigma x}^2 + F_{\Sigma y}^2}$
5	Если сумма проекций всех сил на каждую ось равна нулю, то и равнодействующая равна нулю, т. е. заданная система сил уравновешена	При $F_\Sigma = 0$ система сил уравновешена

Таблица 1.3. Варианты задания сил, линия действия которых пересекается в одной точке.

№ варианта						
	Заданные силы, Н			Углы между силой и осью x, град		
	F_1	F_2	F_3	α_1	α_2	α_3
1	4	8	2	45	135	315
2	1	6	9	60	110	225
3	3	4	6	110	20	310
4	9	1	4	20	210	90
5	8	7	9	60	120	300
6	4	3	6	45	90	180
7	2	1	9	150	240	270
8	3	4	5	60	300	90
9	1	7	3	120	60	20
10	7	8	9	150	45	330
11	2	8	5	135	30	290
12	3	2	9	140	80	120
13	4	9	2	20	200	270
14	5	7	8	45	190	240
15	8	1	3	180	225	45
16	7	5	4	210	130	30
17	6	3	9	80	120	330
18	5	4	3	75	180	225
19	4	7	1	60	140	220
20	3	5	6	40	160	270
21	2	7	9	20	110	200
22	8	6	4	135	210	330
23	1	7	8	300	60	150
24	3	9	6	270	120	60
25	4	6	8	90	150	270
26	5	2	9	30	180	225
27	3	4	6	45	150	240
28	2	3	8	120	180	300
29	6	5	3	60	135	270
30	9	7	4	330	120	210

Список библиографической литературы

1. Руководство по проведению лабораторных и практических работ. Москва. Высшая школа 2005 г.
2. Аркума А.И. Техническая механика и сопротивление материалов. Учебник для машиностроительных техникумов, 2 изд. Доп. М. Высшая школа 2008 г.

Практическая работа №2

Расчетная схема блок и определение опорных реакций

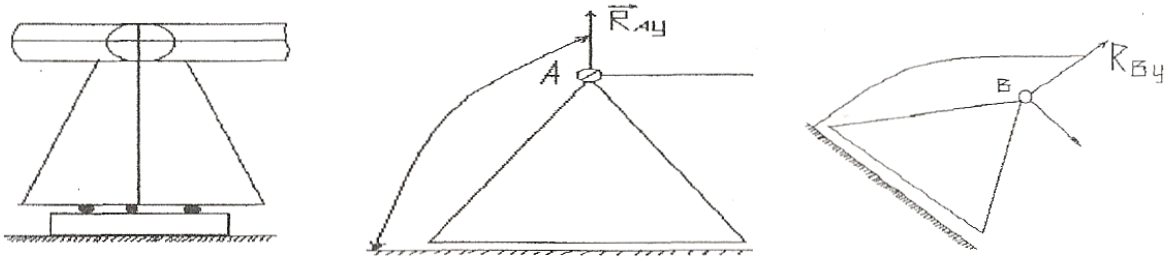
Цель работы: ознакомится с устройством опор балок, составить расчетные схемы балок.

Краткие теоритические сведения:

Балки встречаются во многих машинах и сооружениях и служат для восприятия сил, направленной перпендикулярно их опорной оси. Они имеют специальные опорные устройства для сопряжения их с другими элементами конструкций и передачи на них усилий. Опоры балок делятся на три типа.

1. Подвижная опора.

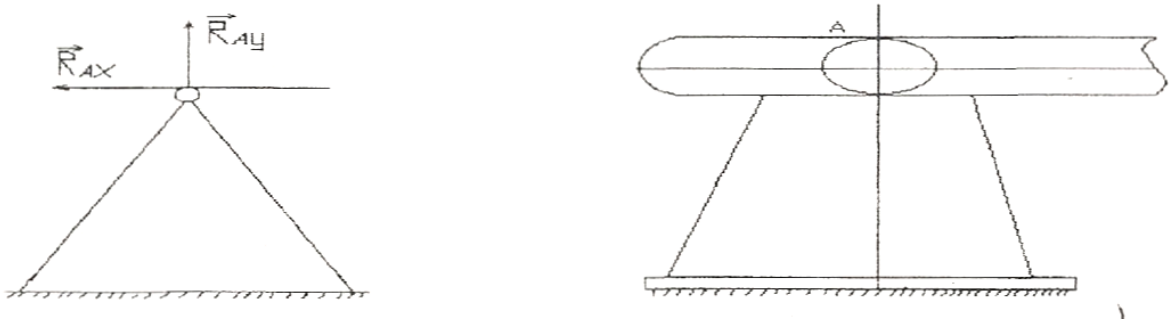
Допускает поворот стержня вокруг оси шарнира и линейное перемещение. Известны - точка приложения направление реакции.



2. Неподвижная опора

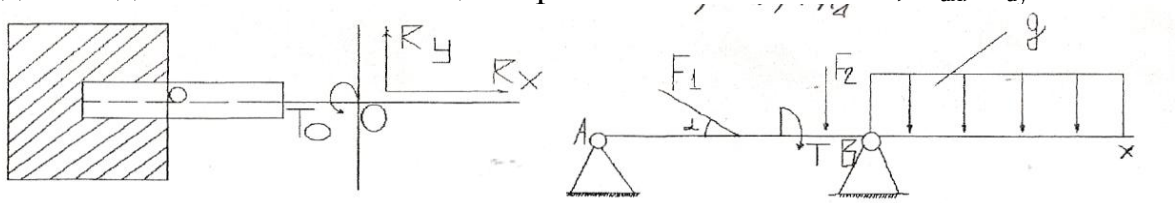
Допускает поворот стержня вокруг своей оси.

Известно только точка приложения опорной реакции - центр шарнира.



3. Жесткая заделка (защемление)

Не допускается ни линейных перемещений, ни поворота сечений закрепленного конца балки. Неизвестными являются направление реакций, точки приложения их. Здесь надо найти составляющие и реактивный момент: T, R_{ax}, R_{ay}.

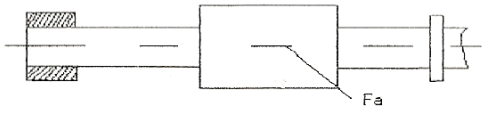
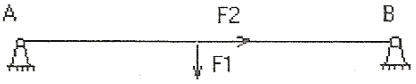
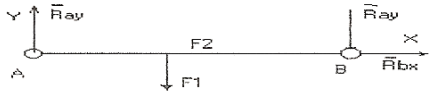
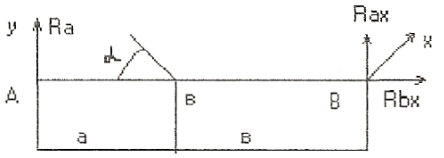


Для определения реакции жесткой заделки опоры целесообразно применять три уровня равновесия.

Порядок выполнения работы:

1.Ознакомится с устройством опор балок и их условным изображением.

2.Начертить схему балки и изобразить силы, приложенные к ней (данные своего варианта взять в таблице 1).

№ пп.	Наименование операции	
1	Выделить тело, равновесие которого надо рассмотреть	
2	Изобразить расчетную схему: условно изобразить опоры и задорные силы	
3	Отбросить опоры (связи), а векторы их реакций изобразить на схеме.	
4	Провести оси координат так. Чтобы одна ось была на некоторым известным силам. Выбрать центры моментов в т. пересечения двух известных сил.	
5	Составить уравнения равновесия.	$\sum_x=0$; $T_A=0$; $T_B=0$
6	Решить уравнения равновесия и определить неизвестные силы.	
7	Проверить правильность решения по проверочному уравнению.	$\sum_{y=0}$

4.Вычислить модуль и направление реакций опор балки.

Отчет о работе:

1.Номер варианта заданий (по таб. 1).

2.Расчетная схема балки. Данные F_1; F_2 a,b

3.Вычислить значения R_{BX}, R_{BY} по уравнениям. Сделать проверку по проверочному уравнению.

4.Полная реакция неподвижной опоры $R_B = \sqrt{R_{BX}^2 + R_{BY}^2}$, где R_{BX}, R_{BY} числовые значения вертикальной и горизонтальной составляющих реакций

R_B . угол наклона $tg\square = R_x/R_y$.

5.Выводы

Контрольные вопросы:

1.Чем отличается опора шарнирно-неподвижная от шарнирно-подвижной?

2.Что называется балкой?

3.Дать характеристику жёсткого защемления балки.

4.Сколько уравнений нужно составить для балки на двух опорах?
5.Если нет горизонтальной силы, сколько будет уравнений равновесия?
6.Для чего составляют проверочное уравнение?

Список библиографической литературы

1. Руководство по проведению лабораторных и практических работ. Москва. Высшая школа 2005 г.
2. Аркума А.И. Техническая механика и сопротивление материалов. Учебник для машиностроительных техникумов, 2 изд. Доп. М. Высшая школа 2008 г.

Практическая работа № 3

Расчет материалов на прочность при растяжении и сжатии

Цель работы: научиться строить эпюры конструкции материала при растяжении и сжатии и делать экономический расчет конструкции

Краткие теоритические сведения:

При деформации растяжения и сжатия возникают: внутренние силы упругости (продольные силы), номинальные напряжения и осевые перемещения. Чтобы узнать в какой части конструкции будет опасный участок, строят эпюры, т.е. графическое изображение сил, напряжений перемещений. При построении эпюр нормальных напряжений определяем расчетные напряжения под нагрузкой. Для экономического расчета максимальные расчетные напряжения (из эпюры) сравнивают с допускаемым напряжением из стандартов.

Порядок выполнения работы:

1. Начертить схему нагружения ступенчатого вала, данные взять согласно своего варианта по карточкам.
2. Разбить вал на участки сечениями.
3. Определить продольную силу, взять масштаб и построить эпюру внутренних сил упругости.
4. Вычислить нормальные напряжения на каждом участке вала.
5. Сделать поверку на правильность построения эпюр «N» и «б».
6. Вычислить осевое перемещения в вале по формуле $\Delta l = \frac{Nl_0}{AE} = 6\frac{l_0}{E}$ и найти общее перемещение $\Delta l_{\text{общ.}=\sum \Delta l_k}$
7. Сделать вывод.
8. Произвести экономический расчет вала и сделать вывод.
9.

Контрольные вопросы:

1. Что называется продольной силой упругости
2. Что такое нормальное напряжение
3. Для чего строят эпюры
4. Каким методом определяют внутреннюю силу упругости
5. От каких факторов зависит осевое перемещение конструкции
6. Что такое расчетное напряжение
7. Что называется допускаемым напряжением

Практическая работа № 4

Расчеты на прочность и жесткость валов при кручении

Цель работы: научиться строить эпюры при деформации кручения и рассчитывать валы на прочность

Краткие теоритические сведения:

При деформации кручения возникают следующие внутренние факторы: крутящий момент, касательные напряжения и углы закручивания. Крутящий момент, который определяется методом сечения равен алгебраической сумме внешних моментов, действующих на оставшееся сечения. Крутящий момент – это внутренний момент. Для определения касательного напряжения необходимо знать значение полярного момента сопротивления сечению, на значение которого влияет диаметр вала. Угол закручивания характеризует жесткость материала. Найденные диаметры валов округляют до ближайшего стандартного.

Порядок выполнения работы:

1. Вычертить схему нагружения ступенчатого вала, данные взять согласно своего варианта.
2. Разбить вал на участки сечениями.
3. Определить значение крутящего момента на каждом участке и построить эпюру, выбрав масштаб сделать проверку.
4. Если диаметр не задан , необходимо определить из условия прочности на кручение, округлить до ближайшего стандартного, допускаемое напряжение будет задано.
5. Если нет значений допускаемого напряжения, определить на каждом участке вала и построить эпюру касательных напряжений, выбрав масштаб.
6. Определить на каждом участке вала и по всей его длине угол закручивания и построить эпюру углов закручивания, выбрав масштаб.

   $$\varphi = \frac{M_k l}{6 J_э} \text{ [рад]}$$
7. Определить значение полярного момента инерции и сопротивления для каждого участка вала по формулам: $W_8 \approx 0{,}2d^3$(мм^3), $J_8 \approx 0{,}1d^4$(мм^4)
8. Сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Что называется крутящим моментом
2. Правило знаков крутящего момента

3. Для чего строят эпюры
4. Метод определения крутящего момента
5. Что характеризует угол закручивания и в каких единицах измеряется
6. В каких единицах измеряется полярный момент инерции и сопротивления сечению
7. Где сосредотачивают касательные напряжения при кручении и как рационально подбирать диаметр вала

Список библиографической литературы

1. Руководство по проведению лабораторных и практических работ. Москва. Высшая школа 2005 г.
2. Ивченко Г.М. Сопротивление материалов. Учебник для средних специальных учебных заведений, 9 изд. ИНФРА – М 2010 г.

Практическая работа № 5

Расчет конструкции при поперечном изгибе

Цель работы: научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Подбирать различные сечения балок и делать экономический их расчет.

Краткие теоретические сведения:

При деформации прямого поперечного изгиба возникает поперечная сила, изгибающий момент, прогиба балки и углы поворота балки, они определяются методом сечений. Поперечная сила равна алгебраической сумме внешних сил действующих на оставшееся сечение балки. Изгибающий момент равен алгебраической сумме внешних моментов действующих на оставшееся сечение. Для определения сечения балки необходимо знать осевой момент сопротивления сечению по формулам данным в конспекте, для разных сечений – они разные. Все напряжения нормальные при изгибе сосредотачиваются на поверхности балки.

Порядок выполнения работы:

1. Вычертить схему балки, данные взять согласно своего варианта
2. Определить реакции опор балки, сделать проверку.
3. Разбить балку по участкам и проставить характерные точки в каждой точке нагружения балки
4. Определить значение поперечной силы в каждой характерной точке и построить эпюру поперечных сил, выбрав масштаб сделать поверку
5. Определить на каждом участке балки в характерных точках значение изгибающего момента и сделать проверку в одной рациональной точке. Выбрать масштаб
6. Определить значение осевого момента сопротивления сечению балки при изгибе, формулы взять из конспекта (для каждого сечения – разные формулы)
7. Подобрать профиль балки двутаврового сечения по стандарту по W_x [см^3] из условия прочности на изгиб в опасном сечении $6 = \frac{|M_{umax}|}{W_x}$
8. Сравнить вес балки заданного сечения, сравнить с весом балки двутаврового сечения, сделать вывод.
9.

Контрольные вопросы:

1. Что такое поперечная сила

2. Правило знаков поперечной силы
3. Что называется изгибающим моментом
4. Правило знаков изгибающего момента
5. Что называется балкой
6. В каких единицах измеряется осевой момент сопротивления сечению и от чего он зависит
7. Где сосредотачиваются нормальные напряжения при изгибе, и как рационально изготовлять конструкции балок.

Практическая работа № 6

Составление кинематических схем механизмов

Цель работы: исследовать принцип действия и кинематику простейших механизмов; ознакомиться с условным изображением звеньев и кинематических пар по ЕСКД.

Краткие теоритические сведения:

На рис. 1.14, *а* показана модель кривошипно-ползунного механизма. Кривошип I — ведущее звено, вращающееся вокруг неподвижной оси. Звено 3 — ползун — совершает возвратно-поступательное, движение, а звено *2* — шатун — плоскопараллельное движение. Звенья механизма связаны между собой и с. неподвижной стойкой 4 с помощью кинематических пар. На рис. 1.14, б изображена кинематическая схема этого механизма. Условные графические обозначения звеньев и кинематических пар механизмов должны выполняться в соответствии с ГОСТ 2.770—68(СТ СЭВ 2519—80) «Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики». В табл. 1.6 приведена условные графические обозначения наиболее распространенных элементов кинематики. На рис. 2а—к показаны модели. различных механизмов, подобные тем, для которых нужно выполнить кинематические схемы: 1—зубчатая передача; 4—ременная передача с клиновым ремнем; 7-—цепная передача; 8—фрикционный вариатор; 2— шарнирно-рычажный механизм; 5 - эксцентриковый механизм; 9—модель механизма с мальтийским крестом, зубчатой й ленточной Передачами; ф — кулачковый механизм; 6 —кулачковый и реечный -механизмы; 10 - кулисный механизм. При выполнении данной работы, могут быть использованы и другие модели и механизмы.

Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с моделью механизма или узла. Медленно привести в движение ведущее звено и проследить за движением всех остальных звеньев. Установить, какими кинематическими парами связаны между собой звенья механизма.

Начертить от руки кинематическую схему механизма в соответствии с условным изображением по ГОСТ 2.770—68. Измерить расстояние между центрами вращательных кинематических пар, расстояние, на которое перемещается звено поступательной пары, число зубьев зубчатых колес, диаметры шкивов и т.д. Эти размеры проставить на схеме механизма Подсчитать число звеньев, и кинематических пар. Данные записать в отчет.

Отчет о работе:

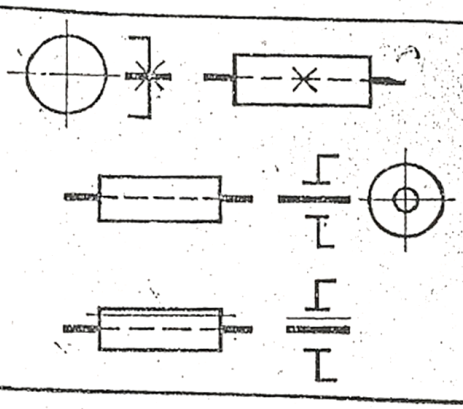
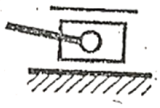
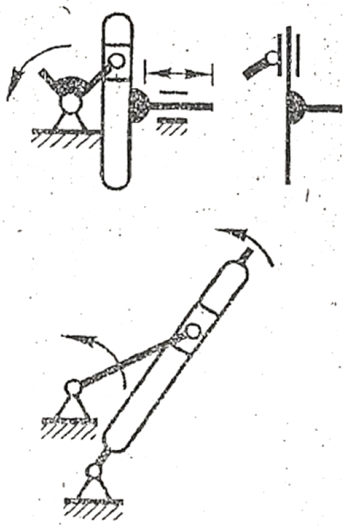
1. Выполнить в масштабе чертеж кинематической схемы механизма

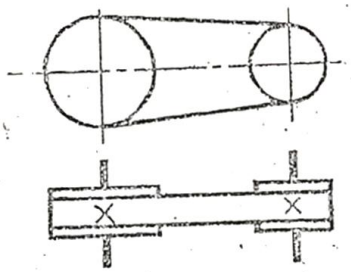
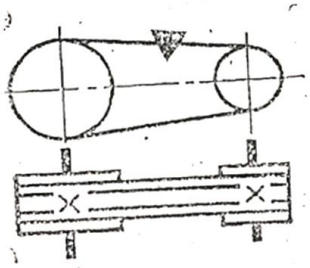
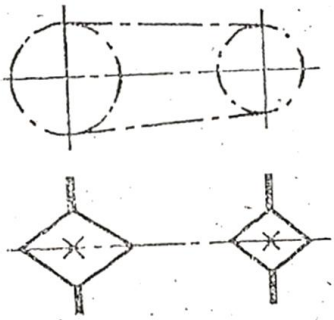
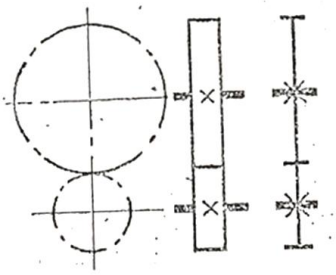
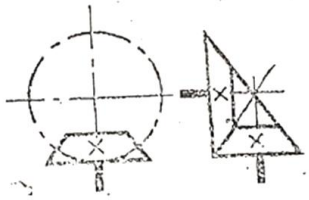
2. Прономеровать все звенья, а кинематические пары обозначить большими буквами
3. Кинематическая схема механизма с указанием номера и размеров звена
4. Виды кинематических пар и их обозначения в виде таблицы 1
5. По рис.1 дать определение всех механизмов

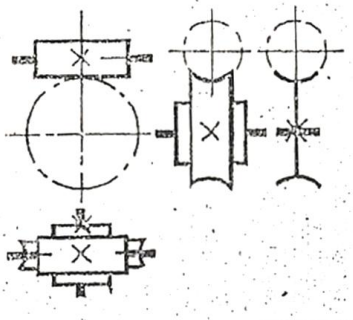
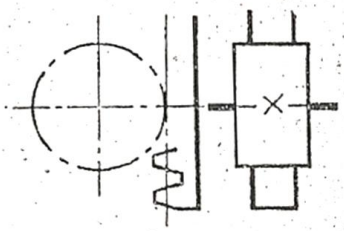
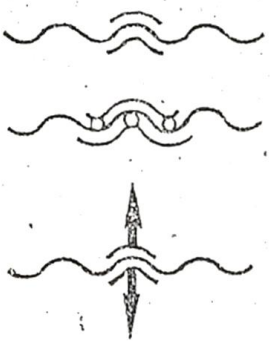
Контрольные вопросы

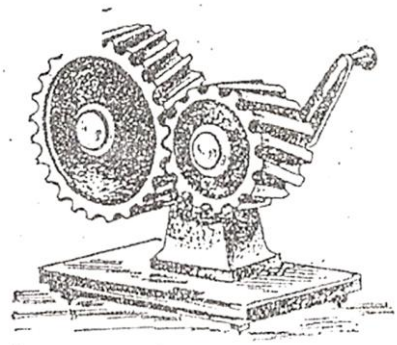
1. Что называется механизмом, для чего они служат
2. Чем отличатся механизм от машины
3. Из каких звеньев состоит простои механизм (одноступенчатый)
4. Что такое ведущее и ведомое звено
5. Какие механизмы служат для передачи вращательного движения
6. Для чего служит кривошипно-шатунный механизм

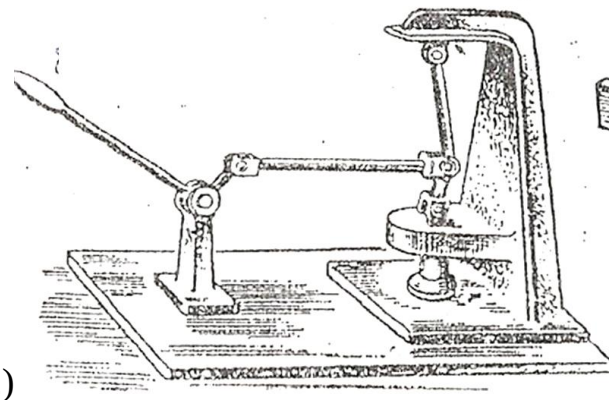
Таблица 1. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики. По ГОСТ 2.770-68

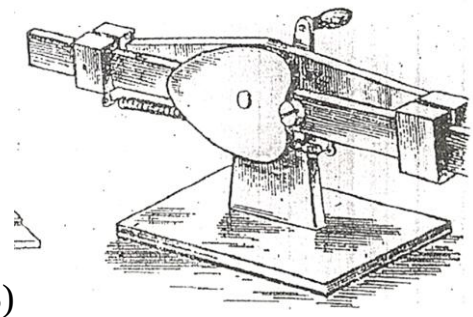
Наименование	Обозначение
Подшипники скольжения	
Подшипники качения	
Соединение детали с валом глухое: свободное при вращении подвижное без вращения	
Соединение двух валов: глухое эластичное	
Ползун в неподвижных направляющих	
Кривошипно-кулисные механизмы: с поступательно движущейся кулисой с вращающейся и качающейся кулисой	

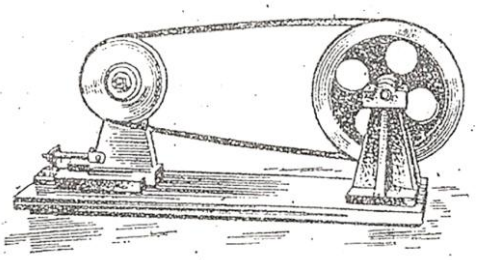
Наименование	Обозначение
Открытая передача плоским ремнем	
Передача клиновидным ремнем	
Передача цепью (общее обозначение без уточнения типа цепи)	
Передача зубчатая, цилиндрическая с внешним зацеплением (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
Передача зубчатая с пересекающимися валами (конические)	

Наименование	Обозначение
Червячная передача с цилиндрическим червяком	
Передача зубчатая реечная (без уточнения типа зубьев)	
Гайка на винте, передающем движение: неразъемная неразъемная с шариками разъемная	

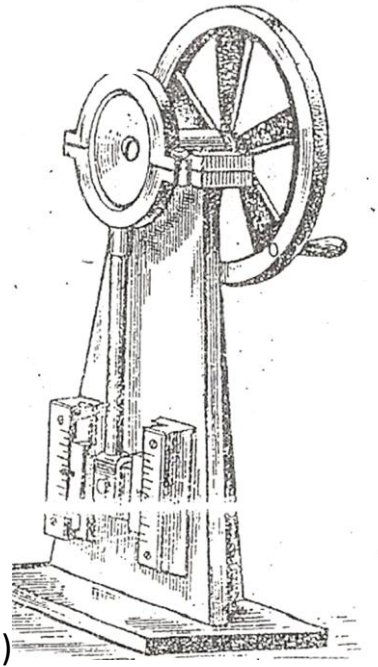
1) 

2) 

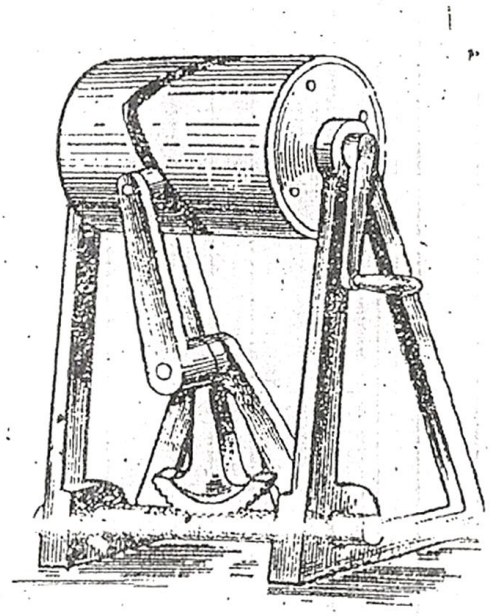
3) 

4) 

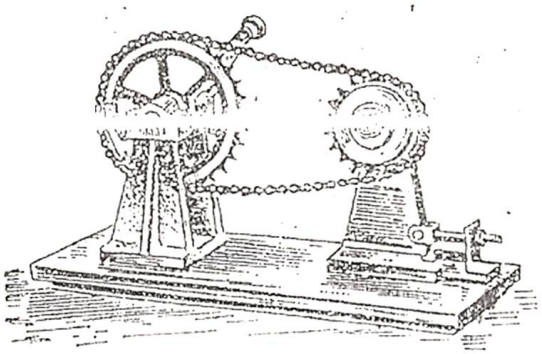
5)



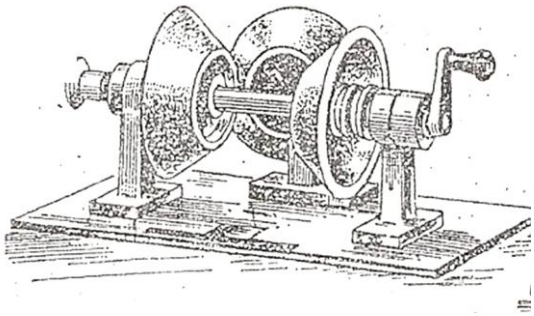
6)



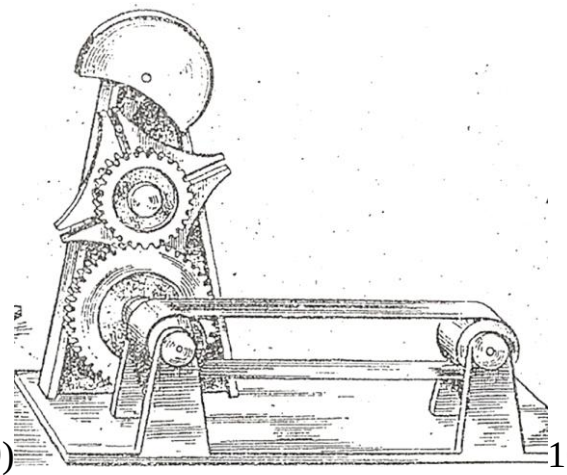
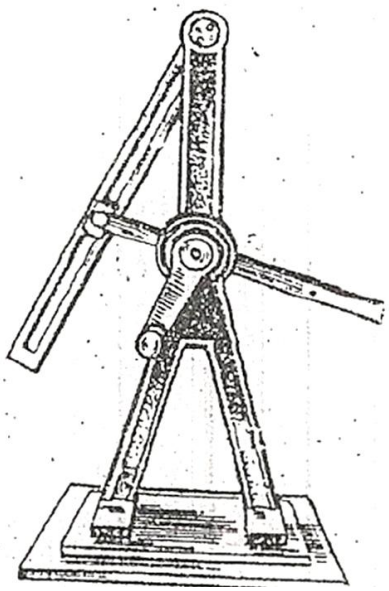
7)



8)



9)



10)