

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Югорский государственный университет»
НИЖНЕВАРТОВСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Югорский государственный университет»




ОП.05
ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Методические указания и контрольные задания
для обучающихся заочной формы обучения
образовательных учреждений
среднего профессионального образования
по специальности 21.02.01
Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

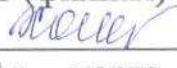
Нижневартовск 2017

ББК 30.12
Т38

РАССМОТРЕНО

На заседании ПЦК «МД»
Протокол № 3 от 16.03.2017 г.
Председатель
 Л. Г. Таранина

УТВЕРЖДАЮ

Председатель методического совета
ННТ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»
 Р. И. Хайбулина
« 28 » марта 2017 г.

Методические указания и контрольные задания для обучающихся заочной формы обучения образовательных учреждений среднего профессионального образования по специальности 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений по ОП.05 Техническая механика разработаны в соответствии с:

1. Федеральным государственным образовательным стандартом (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, утвержденного 12.05.2014 г.;

2. Рабочей программой, рекомендованной методическим советом Нижневартовского нефтяного техникума, протокол №6 от 13.09.2016 г.

Разработчик:

Кульмасова Гульнара Зифовна, преподаватель Нижневартовского нефтяного техникума (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ».

Рецензенты:

1. Таранина Л.Г., высшая квалификационная категория, преподаватель Нижневартовский нефтяной техникум (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ».

2. Фатхинурова А.Ф., методист БУ «Нижневартовский строительный колледж».

Замечания, предложения и пожелания направлять в Нижневартовский нефтяной техникум (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет» по адресу: 628615, Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ, г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.

ВВЕДЕНИЕ

Механика имеет отношение практически ко всем явлениям природы и творениям техники, ко всем естественным научным дисциплинам. По существу, ни одно явление природы невозможно понять без уяснения его механической стороны и ни одно творение техники нельзя создать, не принимая в расчет те или иные закономерности.

Усвоение курса технической механики требует не только глубокого изучения теории, но и приобретения навыков решения задач. Самостоятельное решение обучающимися задач контрольной работы является важным элементом подготовки качественного специалиста. При добросовестном отношении к выполнению и защите этой работы обучающийся получает прочные знания по предмету, что способствует формированию знаний и умений, необходимых для самостоятельной работы по специальности.

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями образовательных государственных стандартов. Содержание не предусматривает конкретные ссылки на страницы конкретных учебников. Примеры решения задач приведены в пособии, и обучающийся обязан внимательно их рассмотреть, независимо от того, есть ли подобная задача по варианту контрольной работы. Контрольная работа состоит из пяти задач: две по теоретической механике (статика, кинематика, динамика), две по сопротивлению материалов (деформация растяжения (сжатие), кручение и изгиб) и одна по деталям машин. В конце курса - экзамен. Варианты заданий контрольной работы определяются по последним двум цифрам шифра зачетной книжки (если цифра превышает 30, то из исходной цифры необходимо отнять 30 и т.д.). В этой связи обучающийся должен подготовиться к экзамену (вопросы в данном методическом пособии), изучая содержание тем в тематическом плане.

Задача обучающегося состоит в том, чтобы научиться пользоваться соответствующими источниками. Объем контрольных работ оптимальный, выполняются они в школьных тетрадях в клетку (12-18 листов), либо в печатном виде на листах формата А4. Решения задач должны быть подробными, с применением схем, рисунков. Рисунки (схемы, таблицы) должны иметь нумерацию и наименование.

В контрольных работах должна быть дата написания и личная подпись автора, а также указан список литературы, который применялся для решения задач.

Допуск к экзамену состоит из зачетной контрольной работы, выполненных практических работ в период сессий, а также присутствия на сессиях.

Перечень вопросов на экзамен и зачет выдается обучающимся в межсессионный период, крайний срок - первый день начала очередной сессии.

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.05 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

1.1. Область применения учебной дисциплины

Программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (базовой подготовки).

1.2. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы: профессиональный цикл общепрофессиональных дисциплин.

1.3. Цели и задачи учебной дисциплины-требования к результатам освоения учебной дисциплины:

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

- определять напряжения в конструкционных элементах;
- определять передаточные отношения;
- проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения;
- проводить сборочно-расборочные работы в соответствии с характером соединения деталей и сборочных единиц;
- производить расчет на сжатие, срез и смятие;
- производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость ;
- собирать конструкции из деталей по чертежам и схемам;
- читать кинематические схемы;

знать:

- виды движений и преобразующие движения механизмы;
- виды износа и деформации деталей узлов;
- виды передач; их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;
- кинематику механизмов, соединения деталей машин, механические передачи, виды и устройство передач;
- методику расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации;
- методику расчета на сжатие, срез и смятие;
- назначение и классификацию подшипников;
- характер соединения основных сборочных единиц и деталей;
- основные типы смазочных устройств;
- типы, назначение, устройство редукторов;

- трение, его виды, роль трения в технике;
- устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонта оборудования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить общие компетенции, включающие в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды, за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Контролировать и соблюдать основные показатели разработки месторождений.

ПК 1.2. Контролировать и поддерживать оптимальные режимы разработки и эксплуатации скважин.

ПК 1.3. Предотвращать и ликвидировать последствия аварийных ситуаций на нефтяных и газовых месторождениях.

ПК 1.4. Проводить диагностику, текущий и капитальный ремонт скважин.

ПК 2.1. Выполнять основные технологические расчеты по выбору наземного и скважинного оборудования.

ПК 2.2. Производить техническое обслуживание нефтегазопромыслового оборудования.

ПК 2.3. Осуществлять контроль за работой наземного и скважинного оборудования на стадии эксплуатации.

ПК 2.4. Осуществлять текущий и плановый ремонт нефтегазопромыслового оборудования.

ПК 2.5. Оформлять технологическую и техническую документацию

по эксплуатации нефтегазопромыслового оборудования.

ПК 3.1. Осуществлять текущее и перспективное планирование и организацию производственных работ на нефтяных и газовых месторождениях.

ПК 3.2. Обеспечивать профилактику и безопасность условий труда на нефтяных и газовых месторождениях.

ПК 3.3. Контролировать выполнение производственных работ по добыче нефти и газа, сбору и транспорту скважинной продукции.

1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение программы учебной дисциплины:

Максимальная учебная нагрузка обучающегося -146 часов, в том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося дневного отделения 102 часа, для самостоятельной работы обучающегося 44 часа. На заочном отделении - 40 часов и на самостоятельную работу 106 часов.

Виды учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	146
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	40
В том числе:	
теоретические занятия	24
практические занятия	16
Самостоятельная работа обучающегося	106
Итоговая аттестация в форме	экзамен

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.05 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

2.1. Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Количество аудиторных часов при очной форме обучения		Количество аудиторных часов при заочной форме обучения		Самостоятельная работа
	Всего	ПЗ	Всего	ПЗ	
1	2	3	4	5	6
Раздел 1. Теоретическая механика - 42 ч.					
Статика – 22ч.					
Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики	2				2
Тема 1.2. Плоская система сходящихся сл	2	4	2	2	2
Тема 1.3. Связи, реакции связей. Опорные реакции балок	2				
Тема 1.4. Пара сил и момент сил относительно точки	2	2	2		2
Тема 1.5. Плоская система произвольно расположенных сил	2	2			4
Тема 1.6. Центр тяжести	2	2		2	2

1	2	3	4	5	6
Кинематика – 10 ч.					
Тема 1.7. Основные понятия кинематики. Способы задания движения точки	2		2		
Тема 1.8. Скорость. Ускорение. Равномерное и равнопеременное движения	2	2			2
Тема 1.9. Простейшие движения твердого тела	2	2			4
Динамика – 10 ч.					
Тема 1.10. Основные понятия и аксиомы динамики	2				
Тема 1.11. Трение. Работа и мощность	2	6	2		6
Раздел 2. Сопротивление материалов – 24 ч.					
Тема 2.1. Основные положения	2				2
Тема 2.2. Растяжение и сжатие	2	2	2		4
Тема 2.3. Срез и смятие	2	2	2		2
Тема 2.4. Кручение	2	4		2	2
Тема 2.5. Изгиб	4	4	2	2	2
Раздел 3. Детали машин – 36 ч.					
Тема 3.1. Основные положения.	2				
Тема 3.2. Неразъемные соединения.	2		2		
Тема 3.3. Общие сведения о передачах	2	2	2		
Тема 3.4. Разъемные соединения.	2				
Тема 3.5. Фрикционные передачи.	2				
Тема 3.6. Ременные передачи	2	2	2	2	2
Тема 3.7. Зубчатые передачи	2	8	2	4	2
Тема 3.8. Редукторы.	2				
Тема 3.9. Подшипники.	2	2		2	4
Тема 3.10. Валы и оси.	2		2		
Тема 3.11. Муфты.	2				
Итого:	102	46	24	16	44

2.2. Тематика практических занятий учебной дисциплины

Наименование раздела учебной дисциплины	Трудоемкость, ч
Раздел 1. «Теоретическая механика»	
Практическое занятие №1. Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил геометрическим и аналитическим способом	2
Практическое занятие №2. Определение центра тяжести плоских фигур	2
Раздел 2. «Сопротивление материалов»	
Практическое занятие №3. Расчет бруса на прочность при кручении	2
Практическое занятие №4. Расчет балки на прочность при изгибе	2
Раздел 3. «Детали машин»	
Практическое занятие №5. Расчет ременной передачи.	2
Практическое занятие №6. Определение геометрических параметров цилиндрической зубчатой передачи.	2
Практическое занятие №7. Расчет косозубой цилиндрической передачи	2
Практическое занятие №8. Подбор подшипников качения	2
Всего по учебной дисциплине:	16

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1. Теоретическая механика

3.1.1. Статика

Система сил, линии действия которых лежат в одной плоскости и все пересекаются в одной точке, называется плоской системой сходящихся сил.

Плоская система сходящихся сил имеет два условия равновесия:

1. Геометрическое условие: плоская система сходящихся сил находится в равновесии, если силовой многоугольник замкнут.

2. Аналитическое условие: плоская система сходящихся сил находится в равновесии, если алгебраические суммы проекций всех сил системы на оси x и y равны нулю:

$$\begin{aligned}\sum F_{ix} &= 0 \\ \sum F_{iy} &= 0\end{aligned}\tag{1.1}$$

где F_{ix} – проекция силы на ось X ;
 F_{iy} – проекция силы на ось Y .

Проекция силы на ось – это алгебраическая величина, равная произведению модуля силы на косинус угла между положительным направлением оси и вектором силы (т.е. это отрезок, откладываемый силой на соответствующие оси (рис.1.):

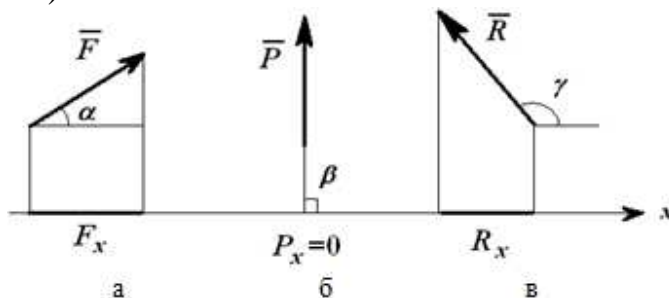


Рисунок 1 - Примеры определения проекций сил

- а) Проекция силы на ось положительная ($0 \leq \alpha < \pi/2$): $F_x = F \cos \alpha$;
- б) Сила перпендикулярна к оси проецируется в точку и ее проекция равна нулю: $P_x = P \cos \beta = P \cdot \cos 90^\circ = 0$;
- в) Проекция силы на ось отрицательная ($\pi/2 < \gamma \leq \pi$): $R_x = R \cos \gamma = -R \cdot \cos(180^\circ - \gamma)$.

Последовательность решения задачи:

1. Выбор тела (или точки), равновесие которого должно быть рассмотрено.
2. Освобождение от связей, т. е. действие связей нужно заменить действием сил (активных, реактивных).

Примечание: Направление реакции связи назначают произвольно. Если направление окажется неверным, то значение реакций в ответе получится со знаком минус.

3. Выбрать систему координат, совместив ее начало с точкой пересечения линии действия сил. Расположить оси координат таким образом, чтобы одна из осей совпадала с направлением какой-либо неизвестной силы.

4. Составление уравнений равновесий:

$$\sum F_{ix} = 0$$

$$\sum F_{iy} = 0$$

предварительно определив углы между осями и линиями действия сил.

5. Решение уравнений равновесия. Решение рекомендуется, как правило, проводить в общем виде (алгебраически): получить формулы для искомых величин, подставить числовые значения и найти результат.

Пример 1.

К вертикальной стене АВ на тросе АС подвешен шар с центром О (Рис. 2, а) и весом $F = 120 \text{ Н}$. Трос составляет со стеной угол $\alpha = 30^\circ$. Определить реакции N натяжения троса и давления шара в точке D стены АВ.

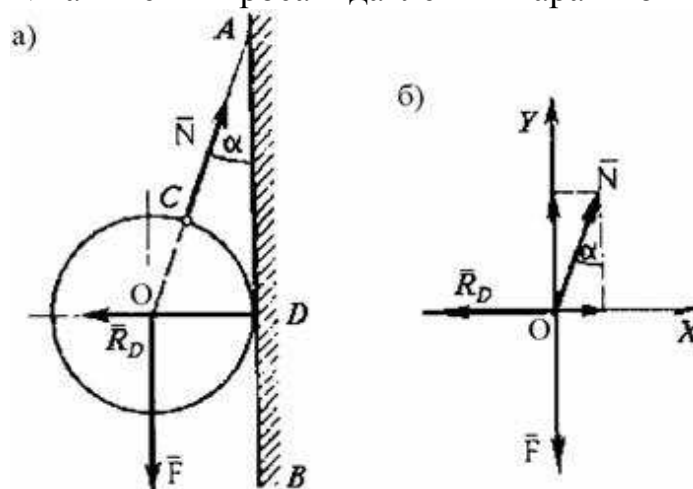


Рисунок 2 - а) Исходная схема, б) Расчетная схема

Решение.

Задачу решаем аналитическим методом.

1. Из данного устройства рассматриваем т.О, находящейся в состоянии покоя под действием активных сил F и N и удерживаемую связями (трос АС и стена АВ)

2. Освобождаем т.О от связей, получим в этой точке плоскую систему трех сходящихся уравновешенных сил: F, N и R_D , при этом реакция N направлена по тросу, а реакция R_D - перпендикулярно стене АВ.

3. Выбираем систему координат, приняв точку О за начало координат, перенесем в эту точку силы F, N и R_D параллельно самим себе и спроецируем силы на оси X и Y (рис. 2, б).

4. Составляем уравнения равновесия:

$$\sum X = 0, N \cdot \sin \alpha - R_D = 0;$$

$$\sum Y = 0, N \cdot \cos \alpha - F = 0$$

Подставим значение угла:

$$N \sin 30^\circ - R_D = 0,$$

$$N \cos 30^\circ - F = 0$$

Решив второе уравнение, находим значение N:

$$N = \frac{F}{\cos 30^\circ} = \frac{120 \cdot 2}{\sqrt{3}} = \frac{240}{\sqrt{3}} = 138,6 \text{ Н}$$

Из первого уравнения определяем реакцию R_D :

$$R_D = N \cdot \sin 30^\circ = \frac{240}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{120}{\sqrt{3}} = 69,3 \text{ Н.}$$

Пример 2.

Определить опорные реакции рамы,

где: $F = 50 \text{ кН}$, $M = 60 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $q = 20 \text{ кН/м}$.

Решение.

1. Рассмотрим равновесие рамы. Мысленно освобождаем раму от связей на опорах (рис. 3, б) и выделяем объект равновесия.

2. Рама загружена активной нагрузкой в виде произвольной плоской системы сил. Вместо отброшенных связей прикладываем к объекту равновесия реакции: на шарнирно-неподвижной опоре А - вертикальную V_A и горизонтальную H_A , а на шарнирно-подвижной опоре В - вертикальную реакцию V_B . Предполагаемое направление реакций показано на рисунке 3, б.

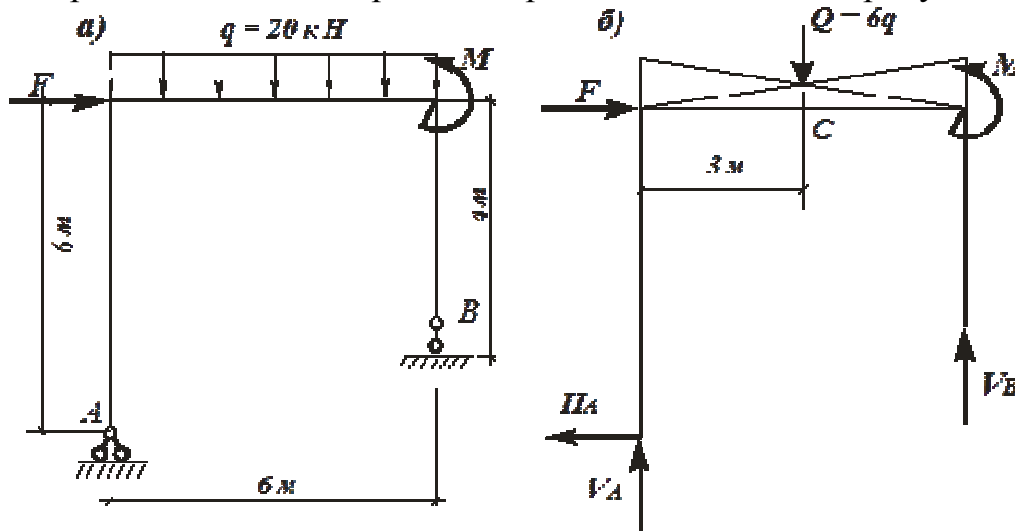


Рисунок 3. Расчетная схема рамы и объект равновесия:

а – расчетная схема; б – объект равновесия

3. Составляем следующие условия равновесия:

Здесь условно принято направление вращения вокруг моментных точек против движения часовой стрелки за положительное.

Для проверки правильности вычисления реакций используем условие равновесия, в которое входили бы все опорные реакции, например:

$$\sum m_C = 0; V_B \cdot 3 + M - H_A \cdot 6 - V_A \cdot 3 = 0.$$

После подстановки численных значений получаем тождество $0=0$.

Таким образом, направления и величины опорных реакций определены верно.

3.1.2. Кинематика

В задачах кинематики время t принимается за независимое переменное. Все другие переменные величины (расстояние, скорость, ускорение и т.д.) рассматриваются как функции времени t . Отсчет времени ведется от некоторого начального момента ($t = 0$).

Для решения задач кинематики необходимо, чтобы изучаемое движение было как-то задано (описано). Движение тела считается заданным, если известно положение всех его точек (относительно выбранной системы отсчета) в любой момент времени.

Основными задачами кинематики являются:

а) установление математических способов задания движения тел в произвольно выбранной системе отсчета,

б) определение по заданному движению тела всех основных кинематических характеристик (траектории, скорости, ускорения) любой из его точек.

Пример 3.

Тело, двигаясь с места равноускоренно, проходит за четвертую секунду от начала движения 7 м. Какой путь пройдет тело за первые 10 с?

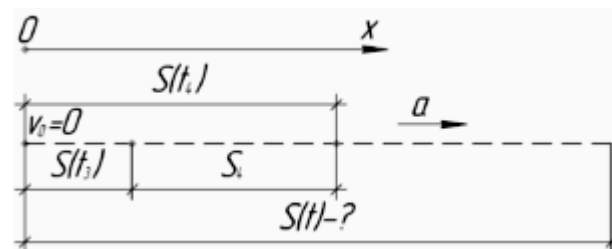


Рисунок 4 - Расчетная схема

Решение.

Распишем путь за четвертую секунду как разность пути за $t_4 = 4$ секунды и пути за $t_3 = 3$ секунды:

$$S_4 = \frac{at_4^2}{2} - \frac{at_3^2}{2}$$

$$a = \frac{2S_4}{t_4^2 - t_3^2}$$

Выразим ускорение a :

Учитывая, что тело двигается с места, то есть начальная скорость v_0 тела равна нулю, поэтому путь S за $t=10$ секунд легко определить из формулы:

$$s = \frac{at^2}{2}$$

мулы:

Воспользуемся полученной формулой для ускорения a :

$$s = \frac{2s_4 t^2}{2(t_4^2 - t_3^2)} = \frac{s_4 t^2}{(t_4^2 - t_3^2)}$$

Подставив численные значения получим ответ к задаче: $S=100$ м.

3.1.3. Динамика

Работа силы физическая величина, равная произведению модулей векторов силы и перемещения на косинус угла между этими векторами:

$$A = F s \cos \alpha \quad (1.2)$$

где F – сила, действующая на тело, Н;
 s – перемещение, м.

Работа постоянной силы F на прямолинейном участке пути s определяется по формуле (направление силы совпадает с направлением перемещения):

$$A = Fs \quad (1.3)$$

Мощность - величина, равная отношению совершенной работы к промежутку времени, за который она совершена:

$$N = A/t = Fs/t \quad (1.4)$$

Из уравнения (1.4) найдем формулу для определения мощности:

$$N = Fv \quad (1.5)$$

Если точка массой m , находясь под действием постоянной силы F в течение t с, движется прямолинейно, то теорема об изменении количества движения выражается формулой:

$$mV - mV_0 = Ft \quad (1.6)$$

где $mV - mV_0$ – величина изменения проекции количества движения на ось, совпадающую с направлением движения;
 Ft – проекция импульса силы на ту же ось.

Если, рассматривая действие силы на материальную точку массой m , учитывать не продолжительность ее действия, а протяженность, то есть то расстояние, на котором действует сила, то получим теорему об изменении кинетической энергии точки:

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = W \quad (1.7)$$

где W – работа всех сил, приложенных к точке, Дж;
 $\frac{mV_0^2}{2}$ – кинетическая энергия точки в начале действия сил;
 $\frac{mV^2}{2}$ – кинетическая энергия точки в конце действия сил.

Изменение кинетической энергии при вращательном движении тела также равно работе, но при вращении. Тогда работа производится не силой, а моментом силы при повороте твердого тела на некоторый угол ϕ , т.е. $W = M_{вр} \phi$ и тогда закон изменения кинетической энергии твердого тела при вращении:

$$M_{вр} \phi = \frac{I_z w^2}{2} - \frac{I_z w_0^2}{2} \quad (1.8)$$

где I_z – момент инерции твердого тела относительно оси Z ;
 w, w_0 – угловые скорости соответственно в начале и в конце вращения.

Коэффициент полезного действия, равен отношению полезной работы к затраченной, либо же полезной мощности к затраченной:

$$\eta = \frac{A_{пол}}{A_{затр}} \quad \eta = \frac{P_{пол}}{P_{затр}} \quad (1.9)$$

Какая работа полезная, а какая затраченная определяется из условия конкретной задачи путем логического рассуждения. К примеру, если подъемный кран совершает работу по подъему груза на некоторую высоту, то полезной будет работа по поднятию груза (так как именно ради нее создан кран), а затраченной – работа, совершенная электродвигателем крана. В общем случае КПД показывает, как эффективно механизм преобразует один вид энергии в другой.

Пример 4.

Груз массой 2 кг подвешен на динамометре. Снизу груз тянут с силой 10 Н. Что показывает динамометр?

Решение.

Динамометр покажет силу натяжения нити, на которой подвешен груз. Внутри него есть пружина и проградуированная шкала. Когда груз потянут, пружина динамометра растянется,

в конце концов сила упругости пружины уравнивается с силой натяжения нити. По тому, куда указывает стрелка динамометра можно узнать силу натяжения нити.

Запишем первый закон Ньютона в проекции на ось y .

$$T - mg - F = 0$$

Сила натяжения нити равна:

$$T = mg + F$$

Численно же динамометр покажет усилие:

$$T = 2 \cdot 10 \cdot \text{Н} + 10\text{Н} = 30\text{Н}$$

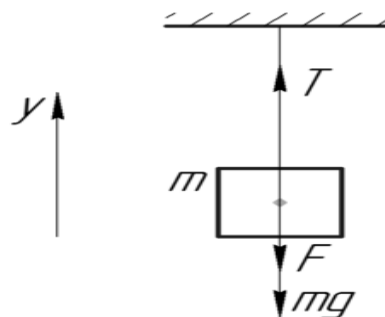


Рисунок 5 - Расчетная схема

3.2. Сопротивление материалов

Сопротивление материалов базируется на понятии "прочность", что является способностью материала противостоять приложенным нагрузкам и воздействиям без разрушения.

Сопротивление материалов оперирует такими понятиями как: внутренние усилия, напряжения, деформации. Приложенная внешняя нагрузка к некоторому телу порождает внутренние усилия в нём, противодействующие активному действию внешней нагрузки. Внутренние усилия, распределенные по сечениям тела, называются напряжениями. Таким образом, внешняя нагрузка порождает внутреннюю реакцию материала, характеризующуюся напряжениями, которые в свою очередь прямо пропорциональны деформациям тела. Деформации бывают линейными (удлинение, укорочение, сдвиг) и угловыми (поворот сечений). Жесткостью определяется сопротивляемость детали изменению формы в пределах упругих деформаций. Чтобы разобраться в этих расчетах, рассмотрим всю сложность деформированного состояния тела на более простых четырех видах деформаций; растяжение (сжатие), сдвиг (срез), изгиб и кручение. Итак, жесткость при растяжении (сжатии) определяется абсолютным удлинением (укорочением).

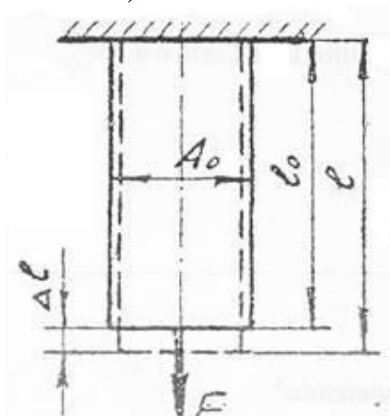


Рисунок 6 - Изменение длины при растяжении

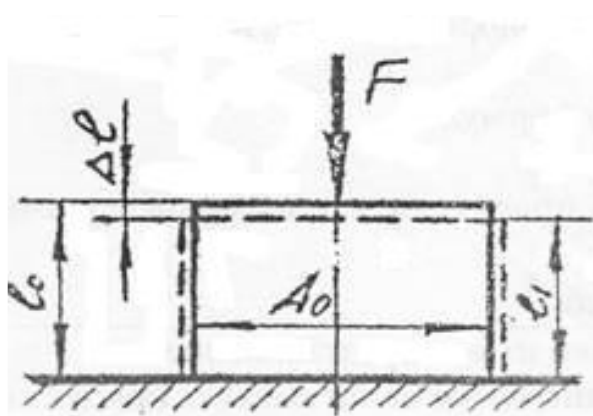


Рисунок 7 - Изменение длины при сжатии

Здесь будет применима формула для определения жесткости при растяжении (сжатии), вывод и пояснение которой хорошо изложены в учебниках, предлагаемых в методическом пособии:

$$\Delta l = \frac{Fl_0}{EA_0} \quad (1.10)$$

где F – сила, действующая на брус, Н;
 l_0 – первоначальная длина бруса, м;
 A_0 – первоначальная площадь бруса, м²;
 E – модуль упругости, определяющий упругие свойства материала, Н/мм²

Примечание: Для определения внутренних сил пользуются методом сечений, который заключается в мысленном рассечении детали секущей плоскостью, перпендикулярной детали.

3.2.1. Растяжение (сжатие)

Растяжением или сжатием называется такой вид деформации, при котором в любом поперечном сечении бруса возникает только продольная сила.

Пример 5.

Для двухступенчатого бруса (рис. 8) определить и построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений. Определить удлинение (укорочение) бруса, если $F_1 = 40$ кН, $F_2 = 50$ кН, $A_1 = 314$ мм², $A_2 = 1256$ мм², $a = 1,2$ м, $b = 0,6$ м, $c = 1,0$ м. Модуль упругости $E = 2 \cdot 10^5$ Н/мм².

Решение.

Разделим брус на участки, границы которых определяются сечениями, где изменяется площадь поперечного сечения или приложены внешние нагрузки. При составлении уравнений равновесия надо использовать правила знаков, проекций сил, принятых в теоретической механике, а именно: проекция силы берется со знаком плюс, если ее направление совпадает с положительным, направлением оси. Мысленно рассечем брус в пределах первого участка и отбросим верхнюю часть бруса. Вместо отброшенной верхней части приложим внутреннюю силу N_1 , которая уравнивается силой F_1 : $N_1 = F_1 = 40 \cdot 10^3$ Н = 40 кН

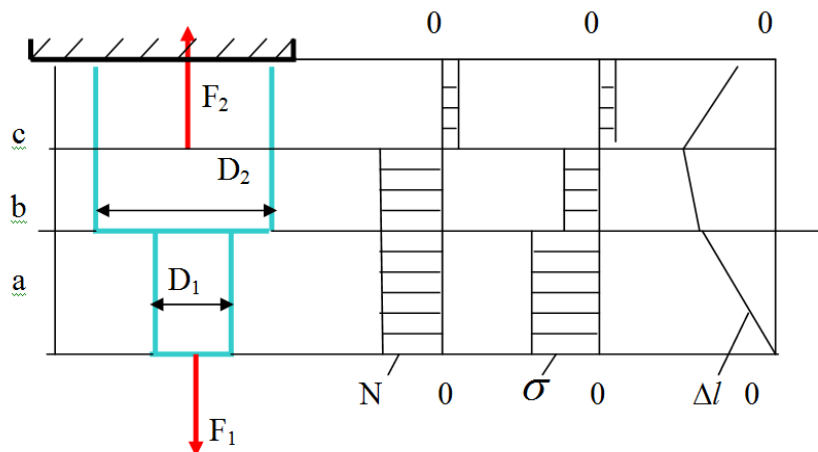


Рисунок 8 - Эпюры N , Q и l

Аналогично, в пределах участка II отбросим верхнюю часть бруса и рассмотрим оставленную часть бруса с действующей силой F_1 , которая уравнивается продольной силой N_{II} :

$$N_{II} = F_1 = 40 \cdot 10^3 \text{ Н} = 40 \text{ кН.}$$

Продольная сила на участке III уравнивается в сечении внешними силами F_1 и F_2 и равна их алгебраической сумме:

$$N_{III} = F_1 - F_2 = 40 \cdot 10^3 - 50 \cdot 10^3 = -10 \cdot 10^3 = -10 \text{ кН.}$$

В пределах каждого участка нагружения продольная сила постоянна, а

потому на эпюре изобразится линией, параллельной оси бруса. Эпюра заполняется векторными линиями, перпендикулярными оси бруса.

Построим эпюру N . Для этого параллельно оси бруса проведем базовую (нулевую) линию. Левее ее откладываем значение продольной силы, вызванной сжатием участка, а правее - растяжением. В пределах участка III брус сжат ($N_{III} = -10$ кН), в пределах участков II и I брус растянут ($N_{II} = N_I = 40$ кН):

$$\sigma_1 = N_1 / A_1 = 40 \cdot 10^3 / 314 = 127 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_2 = N_2 / A_2 = 40 \cdot 10^3 / 1256 = 31,8 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_3 = -N_3 / A_3 = 10 \cdot 10^3 / 1256 = -10,2 \text{ Н/мм}^2.$$

В соответствии с полученными значениями напряжений строим эпюру нормальных напряжений. При построении эпюр продольных сил и нормальных напряжений нет необходимости изображать отдельно отсеченные части бруса, достаточно обратить внимание на то, что продольная сила, возникающая в произвольном сечении, равна алгебраической сумме всех внешних сил, приложенных к брусу по одну сторону от рассматриваемого сечения, а нормальное напряжение, равно отношению продольной силы к соответствующей площади поперечного сечения. Кроме того, при построении эпюр и проверке их правильности следует руководствоваться следующими правилами:

1. Скачки на эпюрах N имеют место не только в точках приложения сосредоточенных сил, но и в местах изменения поперечного сечения.

2. На эпюре σ скачки имеют место не только в точках приложения сосредоточенных сил, но и в местах изменения площади поперечного сечения.

3. Знаки на участках эпюры σ должны совпадать со знаками на соответствующих участках эпюры N .

4. Поле эпюр заполняется равномерно удаленными друг от друга векторами без стрелочек.

Полное удлинение бруса можно найти, воспользовавшись эпюрой N . равно алгебраической сумме удлинений, его участков:

$$\Delta l = N_1 l_1 / A_1 E + N_2 l_2 / A_2 E - N_3 l_3 / A_2 E = 1/2, 1 \cdot 10^5 \cdot [(40 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \cdot 10^3) / 314 + (40 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 10^3) / 1256 - (10 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 10^3) / 1256] = 0,79 \text{ мм}$$

3.2.2. Изгиб

Для подбора сечения балки (проектного расчета) из условия прочности определяют необходимое значение осевого момента сопротивления:

$$W_x \geq \frac{M_{x \max}}{[\sigma]} \quad (1.11)$$

По найденному моменту сопротивления W_x подбирают соответствующее сечение по сортаменту. Для закрепленной одним концом балки расчет целесообразно вести со свободного конца.

Последовательность решения задачи:

1. Балку разделить на участки по характерным точкам.
2. Определить вид эпюры поперечных сил на каждом участке в зависимости от внешней нагрузки, вычислить поперечные силы в характерных сечениях и построить эпюру поперечных сил.
3. Определить вид эпюры изгибающих моментов на каждом участке в зависимости от внешней нагрузки, вычислить изгибающие моменты в характерных сечениях и построить эпюру изгибающих моментов.
4. Исходя из эпюры M_x (рис.9, 10): определения экстремальных значений изгибающих моментов дополнительно определить моменты в сечениях, где эпюра поперечных сил проходит через нуль (сечение К).
5. Для подбора сечения из условия прочности определить W_x , в опасном сечении, т.е. в сечении, где изгибающий момент имеет наибольшее по модулю значение.

Пример 6.

Для заданной консольной балки (поперечное сечение - двутавр, $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$). Построить эпюры Q_y и M_x и подобрать сечение по сортаменту.

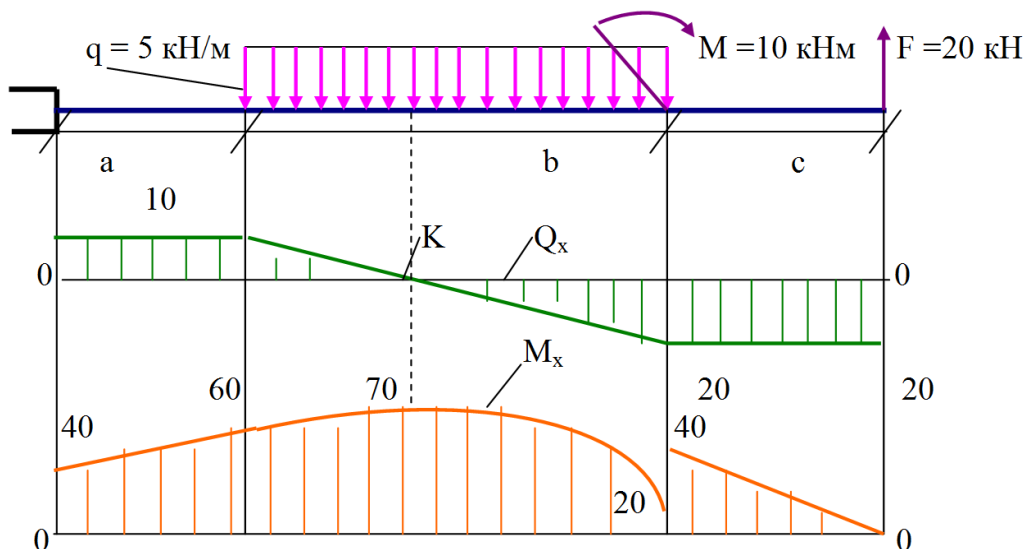


Рисунок 9 - Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов

Решение:

1. Делим балку на участки по характерным точкам: по вертикальным линиям связи.

2. Определяем ординаты и строим эпюру Q_y .

$$Q_O^{лев} = -F = -20 \text{ кН};$$

$$Q_B = -F = -20 \text{ кН};$$

$$Q_C = -F + g \cdot CB = -20 + 30 = 10 \text{ кН};$$

$$Q_D^{np} = -F + g \cdot CB = -20 + 30 = 10 \text{ кН}.$$

3. Определяем ординаты и строим эпюру M_x .

$$M_0=0; M_B^{IP}=F \cdot OB=20 \cdot 2=40 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$M_B^{лев} = F \cdot OB - M = 20 \cdot 2 - 10 = 30 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$M_C = F \cdot OC - M - G \cdot CB^2 / 2 = 20 \cdot 8 - 10 - 5 \cdot 6^2 / 2 = 60 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$M_D^{IP}=F \cdot OD - M - g \cdot CB \cdot (CB/2 + DC) = 20 \cdot 10 - 10 - 5 \cdot 6 \cdot 5 = 40 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

Для определения экстремального значения момента в сечении К, где $Q_y = 0$, определяем длину KB.

ΔCC_1K подобен ΔKBV_1 . Отсюда:

$$CC_1/BV_1 = CB - KB/KV, CC_1 \cdot KV_1 = BV_1 \cdot CB - BV_1 \cdot KB;$$

$$KB(CC_1 + BV_1) = BV_1 \cdot CB; KB = BV_1 \cdot CB / (CC_1 + BV_1) = 20 \cdot 6 / (10 + 20) = 4 \text{ м}; M_{x_{max}} = 70 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$W_x = M_{x_{max}} / [\sigma] = 70 \cdot 10^3 / (160 \cdot 10^6) = 0,438 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 438 \text{ см}^2.$$

В соответствии с ГОСТ 8239-72 выбираем двутавр № 30 (см таблицы сортового проката сталей).

Пример 7.

Для заданной двухопорной балки (рис. 10) определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил, изгибающих моментов и определить размеры поперечного сечения (h, b, d) в форме прямоугольника или круга, приняв для прямоугольника $h/b = 1,5$. Считать $[\sigma]=160 \text{ МПа}$.

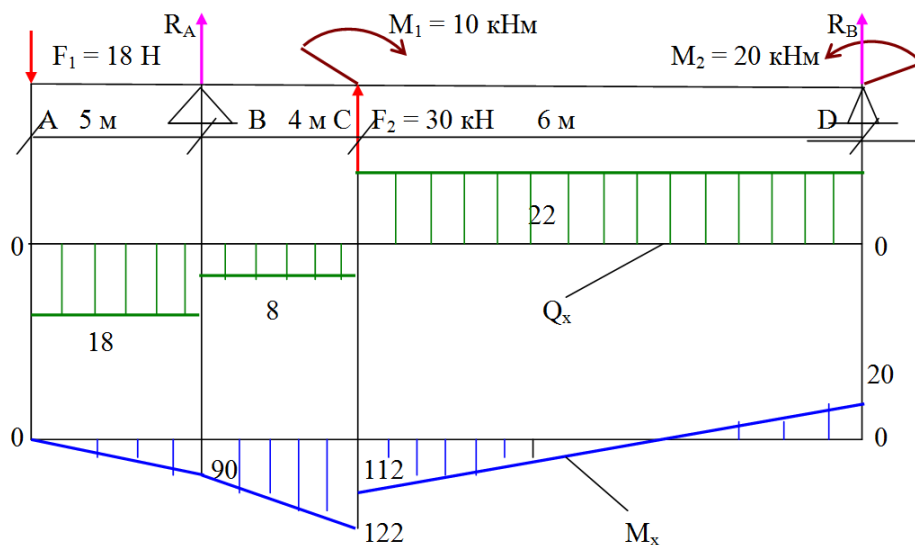


Рисунок 10 - Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов однопролетной балки с консолью

Решение:

1. Определяем опорные реакции и проверяем их найденные значения:

$$\sum M_D = 0; \sum M_D = -M_1 + F_2 \cdot CD + M_2 + R_B \cdot BD - F_1 \cdot OD = 0;$$

$$R_B = (M_1 - F_2 \cdot CD - M_2 + F_1 \cdot OD) / BD = (10 - 30 \cdot 6 - 20 + 18 \cdot 15) / 10 = 10 \text{ кН};$$

$$\sum M_B = 0; \sum M_B = -F_1 \cdot OB + M_1 - F_2 \cdot BC - R_D \cdot BD - M_2 = 0;$$

$$R_D = -F_1 \cdot OB + M_2 - F_2 \cdot BC - M_1 / BD = -18 \cdot 5 + 10 - 30 \cdot 4 - 20 / 10 = -22 \text{ кН.}$$

Так как реакция R_D получилась со знаком минус, то изменяем ее первоначальное направление на противоположное. Истинное направление реакции R_D - вниз (рис. 10).

Проверка.

1. $\sum Y = -F_1 + R_B + F_2 - R_D = -18 + 10 + 30 - 22 = 0$. Условие статики $\sum Y = 0$ выполняется, следовательно, реакции опор определены верно. При построении эпюр используем только истинные направления реакции опор.

2. Делим балку на участки по характерным точкам (рис.21).

3. Определяем ординаты и строим эпюру Q_y (рис. 21) слева направо:

$$Q_O^{np} = -F_1 = -18 \text{ кН;}$$

$$Q_B^{лев} = -F_1 = -18 \text{ кН;}$$

$$Q_B^{np} = -F_1 + R_B = -18 + 10 = -8 \text{ кН;}$$

$$Q_C^{лев} = -F_1 + R_B = -18 + 10 = -8 \text{ кН;}$$

$$Q_C^{np} = -F_1 + R_B + F_2 = -18 + 10 + 30 = 22 \text{ кН;}$$

$$Q_D^{лев} = -F_1 + R_B + F_2 = 22 \text{ кН.}$$

4. Вычисляем ординаты и строим эпюру M_x (рис. 23):

$$M_O = 0; \quad M_B = -F_1 \cdot AB = -18 \cdot 5 = -90 \text{ кН}\cdot\text{м;}$$

$$M_C^{лев} = -F_1 \cdot OC + R_B \cdot BC = -18 \cdot 9 + 10 \cdot 4 = -122 \text{ кН}\cdot\text{м;}$$

$$M_C^{пп} = -F_1 \cdot OC + R_B \cdot BC + M_2 = -18 \cdot 9 + 10 \cdot 4 + 10 = 112 \text{ кН}\cdot\text{м;}$$

$$M_D^{лев} = -F_1 \cdot OD + R_B \cdot BD + M_2 + F_2 \cdot CD = -18 \cdot 15 + 10 \cdot 10 + 10 + 30 \cdot 6 = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

5. Вычисляем размеры сечения данной балки из условий прочности на изгиб по двум вариантам: а) сечение – прямоугольник с заданным соотношением сторон; б) сечение – круг. Вычисление размеров прямоугольного сечения:

$$W_x = M_{x_{\max}} / [\sigma] = 122 \cdot 10^3 / 160 \cdot 10^6 = 0,76 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 0,762 \cdot 10^6 \text{ мм}^3.$$

Из формулы $W_x = bh^2/6$, учитывая, что $h = 1,5b$, находим диаметр круглого сечения:

$$b = \sqrt[3]{6W_x / 2,25} = \sqrt[3]{6 \cdot 0,762 \cdot 10^6 / 2,25} = 10^2 \cdot \sqrt[3]{2,06} = 127 \text{ мм.}$$

Из формулы $W_x = \pi d^3 / 32$ находим диаметр круглого сечения:

$$d = \sqrt[3]{32W_x / \pi} = \sqrt[3]{32 \cdot 0,762 \cdot 10^6 / 3,14} = 196 \text{ мм.}$$

3.3. Детали машин

При проектировании работоспособность деталей обеспечивают рациональной конструктивной формой, выбором материала и расчетом по главному критерию. Критерием работоспособности называют причину отказа детали.

Основными критериями для расчета являются: прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость, виброустойчивость. Выбор критерия обусловлен характером возможного разрушения (видом отказа).

3.3.1. Основные геометрические соотношения ременных передач

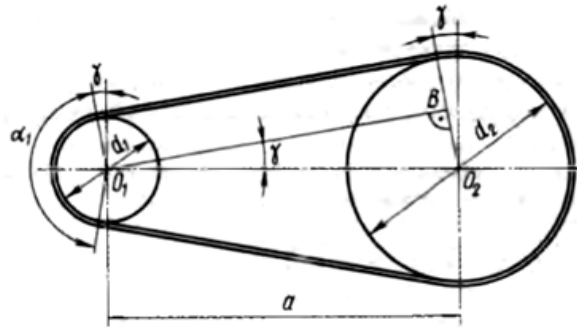


Рисунок 8 - Геометрические параметры ременной передачи

1. Межосевое расстояние a ременной передачи (Рис.8) определяет в основном конструкция привода машины. Рекомендуется для передач плоским ремнем

$$a \geq 1,5 (d_2 + d_1) \quad (1.12)$$

для передачи клиновым и подклиновым ремнями:

$$a \geq 0,55 (d_2 + d_1) + h, \quad (1.13)$$

где d_1, d_2 – диаметры шкивов, м;
 h – высота сечения ремня, м.

2. Расчетная длина ремня L_p равна сумме длин прямолинейных участков и дуг обхвата шкивов:

$$L_p = 2a + 0,5\pi(d_2 + d_1) + 0,25(d_2 - d_1)^2 / a \quad (1.14)$$

По найденному значению из стандартного ряда принимают ближайшую расчетную длину ремня L_p . При соединении концов длину ремня увеличивают на 30...200 мм.

3. Угол обхвата ремнем малого шкива:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 2\gamma \quad (1.15)$$

Из треугольника O_1BO_2 (рис.8):

$$\sin \gamma = \frac{BO_2}{O_1O_2} = \frac{(d_2 - d_1)}{2a} \quad (1.16)$$

Практически γ не превышает $\frac{\pi}{6}$, поэтому приближенно принимают $\sin \gamma = \gamma$ рад, тогда :

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} \quad (1.17)$$

Для передачи плоским ремнем рекомендуют $\alpha_1 \geq 150^\circ$, клиновым или поликлиновым $\alpha_1 \geq 110^\circ$.

3.3.2. Проектировочный расчет валов

Проектировочный расчет валов выполняют на статическую прочность с целью ориентировочного определения диаметров ступеней вала. В начале расчета известен только вращающий момент T . Изгибающие моменты M можно определить лишь после разработки конструкции узла, когда, согласно его общей компоновке, определяют длины ступеней вала и сечения, где приложены нагрузки.

Поэтому проектировочный расчет вала выполняют условно только на кручение, а влияние изгиба, концентрации напряжений и характера нагрузки компенсируют понижением допускаемого напряжения $[\tau]_к$ на кручение.

При проектировочном расчете валов редуктора обычно определяют диаметры концевых сечений входного и выходного валов, а для промежуточного вала - диаметр в месте посадки колеса. Диаметры других участков вала назначают при разработке его конструкции с учетом назначения, технологии изготовления, сборки и экономичности.

Диаметр d , мм, расчетного сечения вала вычисляют по формуле:

$$d \geq 10 \sqrt[3]{\frac{M_k}{0.2[\tau]_к}} \quad (1.18)$$

где $M_{к=Т}$ - крутящий момент, действующий в расчетном сечении вала, Н·м;

$[\tau]_к$ - допускаемое напряжение при кручении, Н/мм².

Для валов из сталей марок Ст5, Ст6, 45 принимают: при определении диаметров концевых участков всех валов (кроме червяков) $[\tau]_к = 20 \dots 28$ Н/мм²; диаметров валов в месте посадки колес $[\tau]_к = 14 \dots 20$ Н/мм²; для червяков $[\tau]_к = 10 \dots 12$ Н/мм².

Полученный диаметр вала округляют до ближайшего большего значения из ряда R40 нормальных линейных размеров, мм: 22, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 53, 56, 60, 63, 67, 71, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 240,

250, 260, 280 и др. Большие (меньшие) значения размеров получают умножением (делением) приведенных размеров ряда на 10 или 100.

При проектировании редукторов диаметр d конца входного вала можно принимать равным $d=(0,8...1,2) d_{Э}$, где $d_{Э}$ - диаметр вала электродвигателя, с которым вал редуктора соединяется с муфтой.

После подбора подшипников, расчета соединений, участвующих в передаче вращающего момента, принятия различных конструктивных элементов вала, связанных с фиксацией и регулировкой установленных на нем деталей, назначения вида механической обработки и качества поверхностей отдельных участков вала выполняют эскизную разработку конструкции вала, уточняя его форму и размеры.

Таблица 1

Номера вариантов для контрольной работы

№ варианта	Номера задач				
	1	11	21	31	41
01	1	11	21	31	41
02	2	12	22	32	42
03	3	13	23	33	43
04	4	14	24	34	44
05	5	15	25	35	45
06	6	16	26	36	46
07	7	17	27	37	47
08	8	18	28	38	48
09	9	19	29	39	49
10	10	20	30	40	50
11	10	11	30	31	41
12	9	12	29	32	42
13	8	13	28	33	43
14	7	14	27	34	44
15	6	15	26	35	45
16	5	16	25	36	46
17	4	17	24	37	47
18	3	18	23	38	48
19	2	19	22	39	49
20	1	20	21	40	50
21	1	11	21	40	50
22	2	12	22	39	49
23	3	13	23	38	48
24	4	14	24	37	47
25	5	15	25	36	46
26	6	16	26	35	45
27	7	17	27	34	44
28	8	18	28	33	43
29	9	19	29	32	42
30	10	20	30	31	41

ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Из двух пунктов А и В прямолинейного шоссе, находящихся один от другого на расстоянии 100 км, одновременно выезжают навстречу друг другу два велосипедиста и двигаются с постоянными скоростями. Велосипедист, выезжающий из пункта А имеет скорость 40 км/ч, велосипедист, выезжающий из пункта В-26 км/ч. Определить за какое время каждый из них проедет расстояние 100 км. Через сколько часов и где они встретятся.

2. Какое нормальное ускорение приобретет автомобиль, проезжающий со скоростью 80 км/ч арочный выпуклый мост, радиус кривизны которого 200 м?

3. С крыши высотного дома через каждые 0,5 сек отрываются и свободно падают капли воды. Определить, через сколько времени после отрыва первой капли расстояние между этой и следующей за ней каплей достигает 7,6 м?

4. Движение точки по прямолинейной траектории описывается уравнением:
$$s = 0.2t^3 - t^2 + 0.6t$$

Определить скорость и ускорение точки в начале движения. В какие моменты времени скорость и ускорение точки равны нулю?

5. Движение точки А задано уравнениями:

$$x = 2t^2 + 2$$

$$y = 1.5t^2 + 1$$

Определить траекторию движения точки, скорость и ускорение в моменты $t_0 = 0$ сек, $t_1 = 1$ и $t_2 = 5$, а также путь пройденный точкой за 5 сек.

6. Маховое колесо вращается равномерно с угловой скоростью 16 рад/сек. Определить сколько оборотов сделает колесо за 5 мин вращения.

7. Определить угловую скорость секундной, минутной и часовой стрелок часов.

8. Колесо, вращающееся со скоростью 1500 об/мин, при торможении начинает вращаться равнозамедленно и через 30 сек останавливается. Определить угловое ускорение и число оборотов колеса с момента начала торможения до остановки.

9. При аварии обод маховика паровой машины разорвался на несколько частей, которые отлетели от места аварии на разные расстояния, оставаясь в плоскости вращения маховика. Наибольшее расстояние, на которое отлетели найденные куски, оказалось равным 280 м. Диаметр маховика 3,5 м. Определить угловую скорость маховика в момент разрыва.

10. Рабочий вращает рукоятку лебедки силой $F=200$ Н, перпендикулярной радиусу вращения. Найти работу, затраченную в течение 25 с, если длина рукоятки $r=0,4$ м, а угловая скорость ее $\omega=\pi/3$ рад/с.

11. Определить сумму моментов относительно точки А. $F_1=15$ Н, $F_2=18$ Н, $F_3=7$ Н.

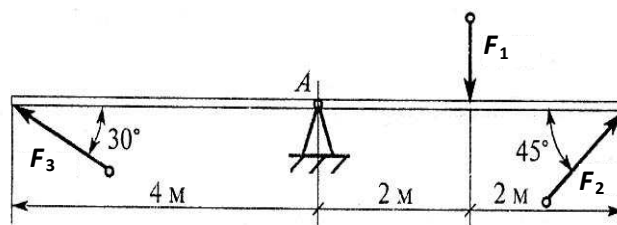


Рисунок 9 - Исходная схема

12. Чем отличается главный вектор системы от равнодействующей той же системы сил?

13. Закон вращательного движения тела $\varphi = 0,68t^3 + t$. Определить ω в момент $t = 1$ с.

14. Вагонетка массой 500 кг катится равномерно по рельсам и проходит расстояние 26 метров. Чему равна работа силы тяжести? Движение прямолинейное по горизонтальному пути.

15. Вычислить вращающий момент на валу электродвигателя при заданной мощности 7 кВт и угловой скорости 150 рад/с.

16. Маховой момент ротора электродвигателя равен $2,7 \text{ Н}\cdot\text{м}^2$. Вращающий момент $T=40 \text{ Нм}$. Определить время разгона, если конечная скорость вращения ротора $\omega=30 \text{ рад/с}$.

17. Поезд идет со скоростью 36 км/ч. Мощность тепловоза 300кВт. Сила трения составляет 0,005 веса поезда. Определить вес всего состава.

18. Транспортёр поднимает груз массой 200 кг за время, равной 1 сек. Длина ленты 3 м, а угол наклона 30° . КПД транспортера составляет 85 %. Определить мощность, развиваемую электродвигателем транспортера.

19. Какую работу необходимо совершить, чтобы поднять равноускоренное груз массой 50 кг на высоту 20 м в течение 10 с? Какой мощности двигатель необходимо поставить для этого подъема, если КПД установки 80 %?

20. Точка начала двигаться равноускоренно из состояния покоя по окружности радиусом 100 м и через 10 с приобрела скорость 20 м/с. С этого момента точка, 15 с двигалась одновременно по окружности, после чего стала двигаться по прямой и через 5 с равнозамедленного движения по прямой остановилась. Определить среднюю скорость движения точки на всем пути.

21. Для балки (рис.10) определить максимальное нормальное напряжение в сечении С.

22. Выбрать участок чистого изгиба.

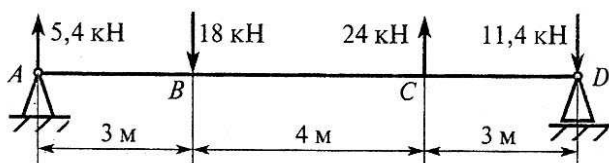


Рисунок 10 - Исходная схема

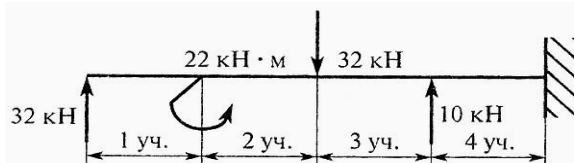


Рисунок 11 - Исходная схема

23. Построить эпюру напряжений в ступенчатом круглом брусе, нагруженном продольными силами $F_1=100$ кН, $F_2=400$ кН, площадь сечения бруса $A=0,1$ м² и указать наиболее напряженный участок. Весом бруса пренебречь.

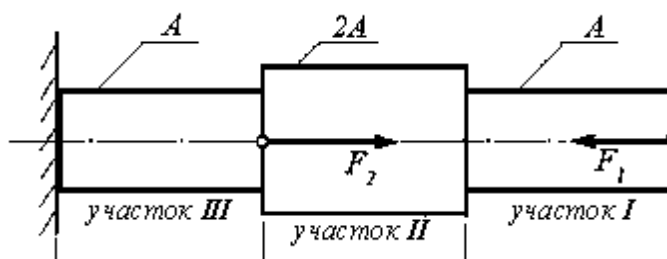


Рисунок 13 - Схема бруса

24. Определить величину растягивающей силы F , если известно, что под ее действием брус удлинился на величину $\Delta L=0,00$ мм, Модуль продольной упругости балки $E=2,0 \times 10^5$ МПа, Площадь сечения бруса $A=0,01$ м².

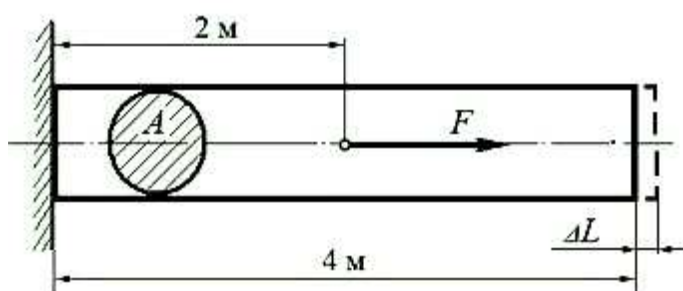


Рисунок 14 - Исходная схема

25. Венец зубчатого колеса прикреплен к ступице болтовыми соединениями из шести болтов с гайками, размещенными равномерно по окружности диаметром D . Определить касательные напряжения сдвига (среза), действующие в каждом из болтов при номинальной нагрузке.

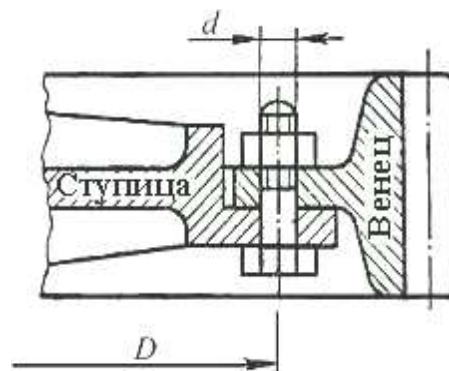


Рисунок 15 - Схема крепления зубчатого колеса

При расчете не учитывать ослабление стержня болта впадинами резьбы. Номинальный крутящий момент на валу шестерни: $M_{кр} = 10$ Нм;

Диаметр окружности, на которой размещены болтовые соединения $D = 0,4$ м; Диаметр стержня болта $d = 10$ мм.

26. Построить эпюру вращающих моментов для круглого однородного бруса, представленного на схеме. Указать наиболее нагруженный участок бруса и определить напряжение в его сечениях. Вращающие моменты: $T_1=150$ Нм; $T_2=400$ Нм; $T_3=50$ Нм; Диаметр бруса $d = 0,05$ м.

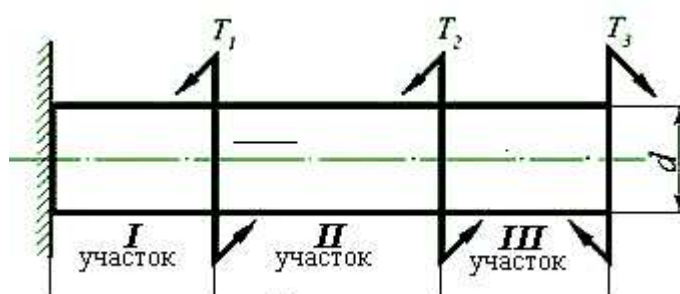


Рисунок 16 - Схема бруса

27. Для подъема 5000 м³ воды на высоту 3 м поставлен насос с двигателем мощностью 2 кВт. Сколько времени по требуется для перекачки воды, если КПД насоса равен $0,8$?

28. Определить максимальное нормальное напряжение, возникающее в сечении круглого бруса, расположенном рядом с жесткой заделкой, если к свободному концу бруса приложена поперечная сила F . Вес бруса не учитывать. Поперечная сила $F = 1000$ Н; Длина бруса $L = 5$ м; Диаметр бруса $d = 0,1$ м.

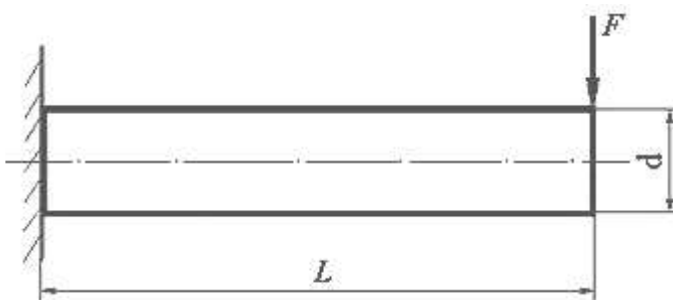


Рисунок 17 - Исходная схема

29. Построить эпюру поперечных сил и изгибающих моментов, действующих на защемленный одним концом брус. Поперечная сила $F = 50$ Н; Распределенная нагрузка $q = 10$ Н/м; длина бруса $L = 12$ м; вес бруса не учитывать.

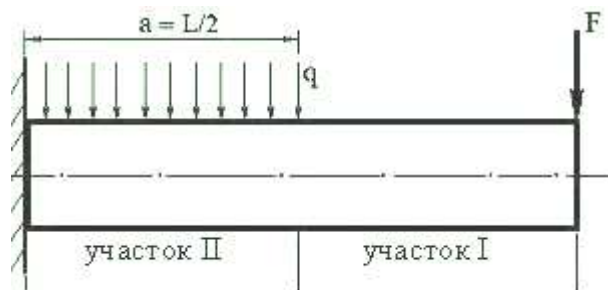


Рисунок 18 - Исходная схема

30. Дана балка с действующими на нее нагрузками. Требуется определить внутренние усилия – поперечную силу Q и изгибающий момент M в балке, построить графики их изменения вдоль оси стержня (эпюры Q и M).

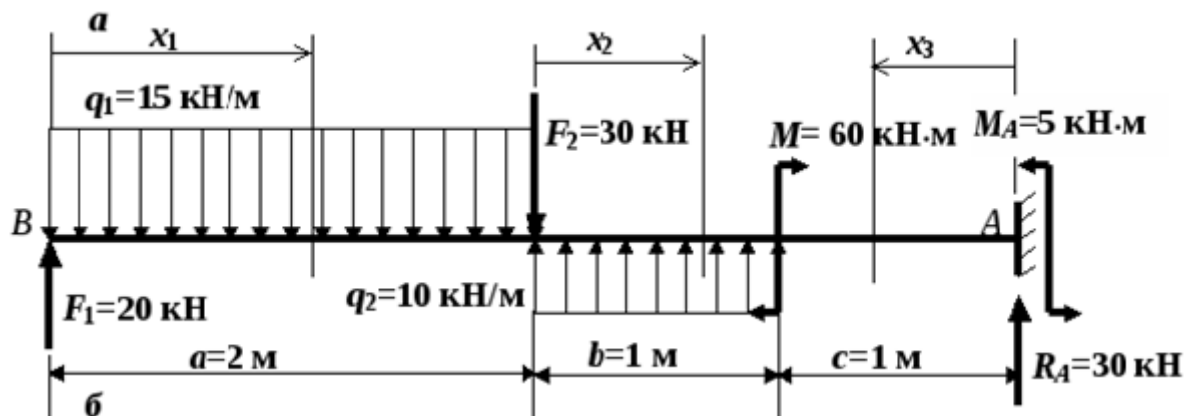


Рисунок 19 – Схема балки с нагрузками

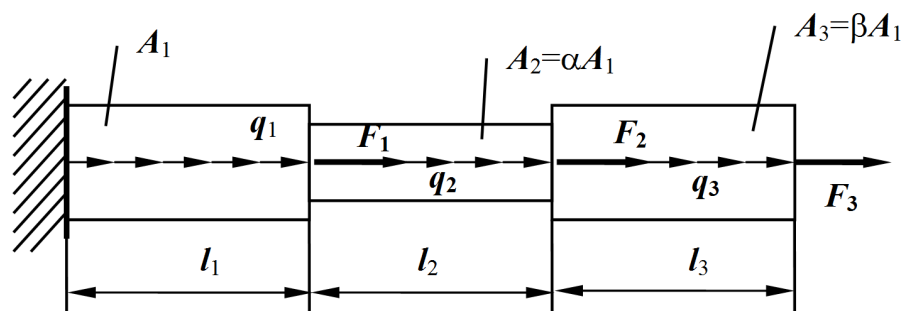


Рисунок 20 - Исходная схема стержня

31-40. Найти, используя метод сечений, продольные силы на каждом участке стержня и построить эпюру изменения продольной силы по длине стержня. Нарисовать в масштабе стержень с учетом соотношений площадей, заданных в табл.2. Отрицательные нагрузки направить в сторону, противоположную показанной на рис. 20.

Таблица 2

A	l_1 , м	q_1 , кН/м	q_2 , кН/м	α	B	l_2 , м	q_3 , кН/м	F_2 , кН	F_3 , кН	C	l_3 , м	F_1 , кН	β	Материал на участке	
														1,2	3
1	1	10	0	1	1	0,5	20	10	0	1	1	50	1	сталь	бронза
2	1,5	0	10	0,8	2	1	-20	0	20	2	0,5	-50	1,8	чугун	дюрал
3	1	20	0	0,6	3	1,5	10	-10	0	3	2	40	1,4	бронза	чугун
4	2	0	20	0,4	4	2	5	0	-20	4	1,5	-40	1,6	чугун	бронза дюрал
5	0,5	-10	0	1	5	1,5	-5	30	0	5	1	30	1,2	бронза	чугун
6	1,5	0	-10	1,2	6	1	-10	0	30	6	0,5	-30	2	сталь	дюрал
7	1	-20	0	1,4	7	0,5	10	-30	0	7	1	20	0,4	дюрал	сталь
8	1,5	0	-5	1,6	8	1	-20	0	-40	8	0,5	-60	0,6	чугун	сталь
9	1	-5	0	1,8	9	1,5	30	-50	0	9	2	10	0,8	бронза	чугун
10	0,5	0	-20	2	10	2	-30	0	-10	10	1	-10	1	дюрал	сталь

41-50. Ведущий вал цилиндрического косозубого редуктора установлен на шарикоподшипниках радиально-упорных 1, 2 (рис. 21). Определить расчетную долговечность L_{10h} , более нагруженного подшипника, если на шестерню действуют силы: окружная F_t , радиальная F_r и осевая F_a .

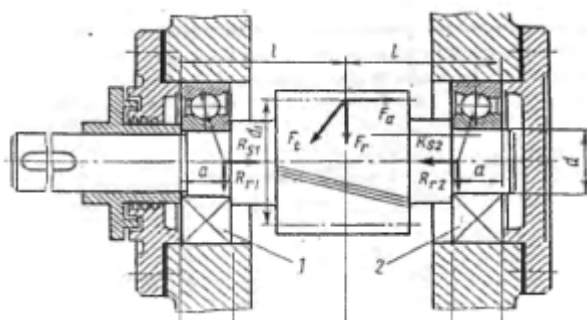


Рисунок 21 - Цилиндрическая косозубая передача

Диаметр делительной окружности шестерни $d_1 = 50$ мм, размер $l = 70$ мм. Частота вращения вала $n = 1430$ об/мин. Нагрузка на подшипники с умеренными толчками. Рабочая температура подшипников $t < 100$ °C. Данные своего варианта принять по табл.3.

Таблица 3

Данные для расчета	Варианты					
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30
F_t , кН	2,5	2,5	3	2	2,7	3,1
F_r , кН	1	1,1	1,4	0,8	1	1,4
F_a , кН	0,8	0,9	1	0,6	0,7	0,9
Условное обозначение подшипника	36308	36307	36309	36306	36211	36311

ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

1. Основные понятия и аксиомы статики.
2. Дать определение плоской системе сходящихся сил. Условия равновесия.
3. Связи, реакции связей.
4. Пара сил и момент сил относительно точки.
5. Геометрический способ нахождения равнодействующей плоской системы сходящихся сил.
6. Аналитический способ определения равнодействующей плоской системы сходящихся сил.
7. Момент силы относительно точки.
8. Плоская система произвольно расположенных сил.
9. Формы уравнений равновесия плоской системы произвольно - расположенных сил.
10. Центр тяжести. Способы определения центра тяжести. Координаты центра тяжести плоского тела.
11. Момент силы относительно оси.
12. Способы задания движения точки.
13. Скорость точки. Ускорение точки.
14. Поступательное движение твердого тела.
15. Вращательное движение твердого тела. Частные случаи вращательного движения твердого тела.
16. Угловая скорость.
17. Угловое ускорение.
18. Сложное движение твердого тела.
19. Теорема сложения скоростей.
20. Основные понятия и аксиомы динамики.
21. Метод кинетостатики.
22. Работа постоянной силы при прямолинейном движении, при вращательном движении. Работа силы тяжести.
23. Мощность. КПД.
24. Общие теоремы динамики.
25. Основное уравнение динамики для вращательного движения твердого тела.
26. Основные гипотезы и допущения в сопротивлении материалов.
27. Метод сечений.
28. Внутренние силы в поперечных сечениях.
29. Напряжение полное, нормальное, касательное.
30. Растяжение, сжатие. Продольные силы и их эпюры.
31. Нормальные напряжения и их эпюры.
32. Условие прочности при растяжении, сжатии. Допускаемые напряжения.
33. Закон Гука при растяжении, сжатии.

34. Срез и смятие. Основные допущения при расчете на срез и смятие.
35. Кручение. Деформации при кручении.
36. Правила построения эпюры крутящих моментов.
37. Напряжения при кручении.
38. Осевые моменты инерции. Моменты инерций некоторых простейших сечений.
39. Полярный момент инерции. Полярный момент инерции для круга, для кольца.
40. Изгиб. Основные понятия.
41. Поперечные силы. Правила построения эпюр поперечных сил,
42. Изгибающий момент. Правила построения эпюр изгибающих моментов.
43. Гипотезы прочности и их применение.
44. Критическая сила для сжатых стержней.
45. Условие устойчивости для сжатых стержней.
46. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин.
47. Основные кинематические и силовые соотношения в механических передачах
48. Фрикционные передачи. Их достоинства и недостатки. Область применения. Классификация.
49. зубчатые передачи. Их достоинства и недостатки. Область применения, классификация.
50. Виды разрушения зубьев.
51. Материалы зубчатых колес.
52. Силы, действующие в зацеплении зубчатых передач.
53. Передача винт-гайка. Достоинства и недостатки. Область применения.
54. Червячные передачи. Достоинства и недостатки. Область применения.
55. Ременные передачи. Достоинства и недостатки. Область применения, классификация.
56. Силы, действующие в ременных передачах. Скольжение ремня.
57. Цепные передачи. Достоинства и недостатки. Область применения.
58. Оси и валы. Расчет валов и осей на прочность.
59. Подшипники скольжения. Их достоинства, недостатки. Область применения.
60. Подшипники качения. Их достоинства, недостатки. Область применения.
61. Муфты. назначение и классификация.

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета на 30 рабочих студенческих мест.

Оборудование учебного кабинета: плакаты с наглядным изображением и схемами расчетов. В качестве наглядных пособий имеются смонтированные макеты на однотипных основаниях различные наборы зубчатых колес, подшипники качения и др.оборудование.

4.2. Информационное обеспечение обучения

Основные источники:

1. Блажко Н.Р. Техническая механика раздел «Теоретическая механика». I часть. Краткий курс базовых лекций для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования всех форм обучения для всех специальностей в объеме до 200 часов максимальной учебной нагрузки – Нижневартовск: ННТ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ», 2014.

2.Ахметзянов, М. Х. Техническая механика (сопротивление материалов): учебник для СПО / М. Х. Ахметзянов, И. Б. Лазарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 300 с. — (Профессиональное образование) [Электронный ресурс; Режим доступа <https://www.biblio-online.ru>]

3. Эрдеди А. А. Техническая механика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования, М.: Академия, 2015 – 528 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

4. Вереина Л. И. Техническая механика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования, М.: Академия, 2015 – 224 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

Дополнительная литература:

1 Сафонова Г. Г., Артюховская Т. Ю., Ермакова Д. А. Техническая механика: Учебник – М.: ИНФРА-М, 2012 – 320 с.

2. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов. Практикум : учебное пособие для СПО / С. Н. Кривошапко, В. А. Копнов. — 4-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 353 с. — (Профессиональное образование) [Электронный ресурс; Режим доступа <https://www.biblio-online.ru>]

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять напряжения в конструкционных элементах; - определять передаточные отношения; - проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения; - проводить сборочно-расборочные работы в соответствии с характером соединения деталей и сборочных единиц; - производить расчет на сжатие, срез и смятие; - производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость ; - собирать конструкции из деталей по чертежам и схемам; - читать кинематические схемы; <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виды движений и преобразующие движения механизмы; - виды износа и деформации деталей узлов; - виды передач; их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах; - кинематику механизмов, соединения деталей машин, механические передачи, виды и устройство передач; - методику расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации; - методику расчета на сжатие, срез и смятие; - назначение и классификацию подшипников; - характер соединения основных сборочных единиц и деталей; - основные типы смазочных устройств; - типы, назначение, устройство редукторов; - трение, его виды, роль трения в технике; - устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонта оборудования. 	<p>Текущий контроль в форме: выполнения практических работ (зачет); экзамен (традиционная форма оценки)</p>

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.05 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	4
1.1. Область применения учебной дисциплины.....	4
1.2. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.....	4
1.3. Цели и задачи учебной дисциплины– требования к результатам освоения учебной дисциплины.....	4
1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение учебной дисциплины.....	6
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.05 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	6
2.1. Тематический план учебной дисциплины.....	6
2.2. Тематика практических занятий учебной дисциплины	7
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	8
3.1. Теоретическая механика.....	8
3.1.1. Статика.....	8
3.1.2. Кинематика	11
3.1.3. Динамика	12
3.2. Сопротивление материалов.....	14
3.2.1. Растяжение (сжатие).....	15
3.2.2. Изгиб.....	16
3.3. Детали машин.....	20
3.3.1. Основные геометрические соотношения ременных передач.....	20
3.3.2. Проектировочный расчет валов.....	21
ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	23
ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ	28
4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	30
4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению.....	30
4.2. Информационное обеспечение обучения.....	30
5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	31

ОП.05
ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

**Методические указания и контрольные задания
для обучающихся заочной формы обучения
образовательных учреждений
среднего профессионального образования
по специальности 21.02.01
Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений**

Методические указания и контрольные задания
разработал преподаватель: Кульмасова Гульнара Зифовна

Подписано к печати 28.03.2017 г.
Формат 60x84/16
Тираж

Объем 2 п.л.
Заказ
30 экз.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Югорский государственный университет»
НИЖНЕВАРТОВСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Югорский государственный университет»
628615 Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ,
г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.