

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)
Калининградский филиал ПГУПС

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Управления
по работе с филиалами



Е.В. Панюшкина
«10» января 2020 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

ОП.02 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

для специальности

23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

*базовая подготовка,
на базе среднего общего образования*

Форма обучения: очная

Нормативные сроки обучения: 2 года 10 месяцев

Начало подготовки: 2020 год

г. Калининград
2020

В работе раскрывается систематизированный подход к организации самостоятельной внеаудиторной работы обучающихся профессиональных образовательных организаций. Самостоятельная внеаудиторная работа организуется на основе деятельностного и компетентностного подходов к реализации образовательных программ в соответствии с требованиями ФГОС СПО. Указаны виды практических работ для организации самостоятельной деятельности обучающихся, приведены варианты критериев оценки самостоятельной работы студентов педагогами. Разработана памятка преподавателю по организации самостоятельной работы обучающихся.

Методические рекомендации адресованы студентам очной и заочной форм обучения в образовательных организациях СПО.

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой составляющей процесса освоения программы обучения по технической механике в СПО.

Самостоятельная работа студентов (СРС) охватывает все аспекты изучения теоретической механики и в значительной мере определяет результаты и качество освоения дисциплины «Техническая механика». В связи с этим планирование, организация, выполнение и контроль СРС по технической механике приобретают особое значение и нуждаются в методическом руководстве и методическом обеспечении.

Настоящие методические указания освещают виды и формы СРС по всем разделам технической механики, систематизируют формы контроля СРС и содержат методические рекомендации по освоению технической механики. Содержание методических указаний носит универсальный характер, поэтому данные материалы могут быть использованы студентами всех специальностей очной и заочной форм обучения при выполнении конкретных видов СРС.

Основная цель методических указаний состоит в обеспечении студентов необходимыми сведениями, методиками и алгоритмами для успешного выполнения самостоятельной работы, в формировании устойчивых навыков и умений по разным аспектам обучения, позволяющих самостоятельно решать учебные задачи, выполнять разнообразные задания, преодолевать наиболее трудные моменты в отдельных видах СРС.

Используя методические указания, студенты должны овладеть следующими навыками и умениями:

- использовать методы проверочных расчетов на прочность, действий изгиба и кручения;
- выбирать способ передачи вращательного момента;
- основных положений и аксиом статики, кинематики, динамики и деталей машин;
- работы с учебно-вспомогательной литературой ;
- применять полученные знания для решения физических задач, для построения и исследования простейших математических моделей, для исследования (моделирования) несложных практических ситуаций на основе изученных формул и свойств фигур и определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле в пределах изучаемых тем.

Целенаправленная самостоятельная работа студентов в соответствии с данными методическими указаниями, а также аудиторная работа под руководством преподавателя призваны обеспечить уровень профессиональной подготовки студентов, соответствующий требованиям ФГОС СПО по дисциплине «Техническая механика».

**ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
(ВНЕАУДИТОРНОЙ) РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРОГРАММЕ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «Техническая механика» для
специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава
железных дорог – 52 часа**

Раздел, тема	Вид задания	Часы, отведенные на выполнение задания	Форма контроля
<i>Раздел I Статика-20ч.</i>		6	
Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики(3ч)	Повторение изученного материала, проработка конспектов и рекомендованного учебника.	1	Проверка тетрадей с выполненными заданиями; выступление с сообщением на занятии.
Тема 1.2. плоская система сходящихся сил. 5 ч. (3 +2пр.з)	Выполнение индивидуальных заданий №1,2,3 и расчётно - графической работы №1 «Определение опорных реакций балок». Подготовка к контрольной работе №1.	2	Проверка тетрадей с выполненными заданиями; выступление с сообщением на занятии.
Тема 1.3.Плоская система произвольно расположенных сил(8ч(4+4пр.з)	Проработка конспекта и рекомендованного учебника. Выполнение домашнего задания.	2	Проверка тетрадей с выполненными заданиями.
Тема 1.4. Центр тяжести4 ч (2+2 л.з)	Проработка конспекта и рекомендованного учебника. Выполнение расчётно – графической работы №2 «Определение координат центра тяжести плоских сечений»	1	Выступление на занятии; обсуждение реферата.
<i>Раздел 2. Кинематика-8ч.</i>		4	
Тема 2.1. Основные понятия кинематики. Кинематика точки. 3 ч	Проработка конспекта и рекомендованного учебника. Выполнение домашнего задания (решение задач).	2	Выступление на занятии с сообщением.
Тема 2.2. Кинематика тела 5 ч (3+2 пр.з)	Проработка конспекта и рекомендованного учебника. Выполнение	2	Проверка тетрадей с выполненными

	домашнего задания (решение задач). Подготовка к контрольной работе №2.		заданиями.
Раздел3. Динамика-8ч.		4	
Тема 3.1. Основные понятия и аксиомы динамики. Основы кинетостатики.(6ч)	Решение задач методом кинетостатики. Подготовка к контрольной работе №3.	2	Проверка тетрадей с выполненными заданиями Проверка и защита презентации.
Тема 3.2 Работа и мощность.(6ч)	Проработка конспекта и рекомендованного учебника. Выполнение домашнего задания (решение задач на определение работы, мощности, и КПД)	2	Выступление на занятии; обсуждение реферата. Проверка и защита презентации.
Раздел 4. Сопротивление материалов-15ч.		16	
Тема 4.1: Основные понятия, гипотезы и допущения сопромата.4ч.	Проработка конспекта и рекомендованного учебника (повторение и усвоение основных понятий).	2	Выступление на занятии; обсуждение реферата. Проверка и защита презентации.
Тема 4.2: Растяжения и сжатие 8ч (4+2прюз+2л.з)	Проработка конспекта и рекомендованного учебника. Выполнение домашнего задания. Подготовка к практическому занятию №4, Лабораторному занятию №1 «Испытание на растяжение образцов из низкоуглеродистой стали». Выполнение расчётно – графической работы №3 «Расчет ступенчатого бруса на прочность при растяжении и сжатии».	2	Проверка тетрадей с выполненными заданиями. Обсуждение реферата.
4.3 Срез и смятие. 2ч	Проработка конспекта и рекомендованного учебника. Выполнение домашнего задания (решение задач на проектированный расчет болтового соединения).	2	Выступление на занятии; обсуждение реферата. Проверка тетрадей с выполненными заданиями.

4.4 Кручение 4ч (2+2 пр.з)	Проработка конспекта и рекомендованного учебника. Выполнение домашнего задания. Подготовка к лабораторной работе №2 «Определение модуля сдвига при испытании на кручение». Выполнение расчетно графической работы №4 «Расчёт вала на прочность и жесткость при кручении».	2	Проверка тетрадей с выполненными заданиями. Обсуждение реферата.
4.5 Изгиб 8ч. (2+4пр.з+2к.р)	Проработка конспекта и рекомендованного учебника. Выполнение домашнего задания. Подготовка к практическому занятию. Выполнение расчетно графической работы № 5 «Расчёт балок на прочность и жесткость при прямом поперечном изгибе»	2	Проверка тетрадей с выполненными заданиями. Проверка презентации и ее защита.
4.6 Сопротивление усталости. 1ч	Проработка конспекта и рекомендованного учебника.	2	Проработка конспекта и рекомендованного учебника.
4.7 Прочность при динамических нагрузках 1ч	Проработка конспекта и рекомендованного учебника.	2	Проверка тетрадей с выполненными заданиями.
4.8 Устойчивость сжатых стержней. 2ч	Проработка конспекта и рекомендованного учебника. Выполнение домашнего задания (Решение задачи на проверку устойчивости сжатого бруса).	2	Проверка тетрадей с выполненными заданиями; чтение содержания плана и письма на занятии.
Раздел 5. Детали машин.		11	
5.1 Основные понятие и определения. 1ч	Проработка конспекта и рекомендованного учебника. Подготовка презентации.	1	Проверка презентации и ее защита.
5.2 Соединения деталей.	Выполнение домашнего задания (решение задачи на определение прочности сварных швов).	2	Выступление на занятии с сообщением. Проверка тетрадей с

			выполненными заданиями
Разъемные и неразъемные соединения. 3ч	Выполнение домашнего задания (решение задачи на определение прочности болтовых, шпоночных соединений).	2	Проверка тетрадей с выполненными заданиями. Выступление на занятии с сообщением.
5.3 Передачи вращательного движения. 10ч (6+4 л.з.)	Выполнение домашнего задания (решение задач на кинематический, геометрический и силовой расчет зубчатых передач). Подготовка к лабораторному занятию №3 «Определение параметров зубчатых колес путем замеров и расчетов» и №4 «изучение конструкции цилиндрического зубчатого редуктора».	2	Проверка презентации и ее защита. Проверка тетрадей с выполненными заданиями.
5.4 Валы и оси, опоры. 4ч (2+2 пр.з)	Выполнение домашнего задания (решение задач на подбор подшипников по динамической грузоподъемности).	2	Проверка тетрадей с выполненными заданиями Выступление на занятии с сообщением.
5.5 Муфты 2ч	Проработка конспекта и рекомендованного учебника.	1	Выступление на занятии с сообщением.

РАЗДЕЛ 1. СТАТИКА. (6 часов)

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №1 (1 час)

Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики

Цель закрепление теоретических знаний об основных понятиях и аксиом статки.

Задание 1:

а) Составить кроссворд.

Контроль выполнения работы: проверка рабочих тетрадей с выполненными заданиями и выступления на занятии.

Список рекомендуемой литературы:

1. Лукьянов А.М., Лукьянов М.А. Техническая механика: учебник. –М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 711с.

Дополнительные источники:

1. Эрдеди А.А., Эрдеди Техническая механика: учебник для студентов учреждений СПО – 3-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2016.-528с.

2. Электронный ресурс «Техническая механика». Форма доступа: technical-mechanics.narod.ru

3. Интернет – ресурсы.

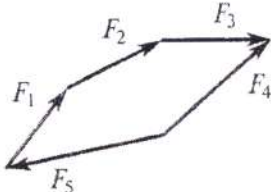
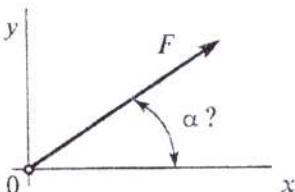
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №2 (2 часа)

Тема 1.2. Тема 1.2. плоская система сходящихся сил.

Цель закрепление теоретических знаний и практических умений о ПССС.

Задание №2 Плоская система сходящихся сил

ВОПРОСЫ	ОТВЕТЫ	КОД
1. Как направлен вектор равнодействующей силы, если известно, что $F_x=15$ Н; $F_y= -20$ Н		1
		2
		3
		4
2. Выбрать выражение для расчета проекции силы F_1 на ось Oy . 	$F_1 \cdot \cos 30^\circ$	1
	$F_1 \cdot \sin 30^\circ$	2
	F_1	3
	$-F_1 \cdot \sin 30^\circ$	4
3. Груз находится в равновесии. Указать, какой из силовых треугольников для шарнира B построен верно 		1
		2
		3
		4

1. Какой вектор силового многоугольника является равнодействующей силой?		F_2	1
		F_4	2
		F_5	3
		F_1	4
5. По известным проекциям на оси координат определить модуль и направление равнодействующей. Дано: $F_{\Sigma x} = \text{--- кН};$ $F_{\Sigma y} = \text{--- кН}$		Решение:	

Контроль выполнения работы: проверка рабочих тетрадей с выполненными заданиями и выступления на занятии.

Список рекомендуемой литературы:

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №3 (2 часа)

Тема 1.3. Плоская система произвольно расположенных сил

Цель закрепление теоретических знаний и практических умений, определение опорных реакций балок и выполнение проверки правильности решения.

Ответить на вопросы:

1. Дайте определение плоской системы сходящихся сил. (ПССС)
2. Поясните порядок определения равнодействующей ПССС геометрическим методом.
3. Поясните порядок определения равнодействующей ПССС аналитическим методом.
4. Поясните условие и уравнения равновесия ПССС.
5. Как рационально выбрать направление осей при решении задач на равновесие ПССС?
6. Поясните геометрический и аналитический методы проверки правильности решения задач на равновесие ПССС.
7. Дайте определение пары сил и поясните свойства пар.
8. Как определить момент силы и что называют центром момента?
9. Что возникает при параллельном переносе силы?
10. К каким двум усилиям можно привести плоскую систему сил и каким методом?
11. Сформулируйте теорему Вариньона.
12. Поясните условия и уравнения равновесия произвольной плоской системы сил.
13. Какие конструкции называют балками? Перечислите основные типы балок.
14. Перечислите и поясните основные виды нагрузок, действующие на балки.
15. Приведите уравнения равновесия используемые при определении опорных реакций балок.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №3 (2 часа)

Тема 1.4. Центр тяжести.

Цель закрепление теоретических знаний и практических умений, определение центра тяжести геометрических фигур и сечений, составленных из стандартных прокатных профилей.

Задание 1.

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.28-30 и дополнить конспект по вопросу «Сортамент прокатной стали»

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

Ответить на вопросы:

1. Дайте определение центра тяжести и поясните его свойство.
2. Приведите формулы для определения координат центра тяжести плоских фигур.
3. Поясните порядок определения положения центра тяжести плоских фигур.

Задание 2

Ознакомиться с примерами решения задач на определение положения центра тяжести по учебникам ОЛ1, с. 28-34, ДЛ1 с.66-75

Выполнение и оформление индивидуального расчетно-графического задания

Центр тяжести тела – точка, в которой приложена сила тяжести этого тела независимо от положения тела в пространстве. Центр тяжести может быть расположен в пределах и вне тела.

Для плоских однородных пластин положение центра тяжести определяется двумя координатами:

$$X = \frac{\sum A_k \cdot X_k}{\sum A_k}$$

$$Y = \frac{\sum A_k \cdot Y_k}{\sum A_k}$$

Координаты центров тяжести и площади составных частей фигуры:

$X_1 =$	$Y_1 =$	$A_1 =$
$X_2 =$	$Y_2 =$	$A_2 =$
$X_3 =$	$Y_3 =$	$A_3 =$

Координаты центра тяжести всей фигуры:

$$X = \frac{A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 + A_3 \cdot X_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$Y = \frac{A_1 \cdot Y_1 + A_2 \cdot Y_2 + A_3 \cdot Y_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

Наносим центр тяжести на чертеж (точка С)

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №4 (4 часа)

Раздел 2. Кинематика

Тема 2.1. Основные понятия кинематики. Кинематика точки. 2 ч

Цель: формирование знаний, умений, понятий кинематики.

Задание 1.

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.41-44 и дополнить конспект по вопросу «Скорость и ускорение точки»

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

Ответить на вопросы:

1. Дать определение скорости. Привести формулы для определения величины скорости при равномерном и неравномерном движении.
2. Дать определение ускорения. На какие составляющие раскладывают полное ускорение при решении задач?
3. При каком виде движения a_n отсутствует и полное ускорение $a = a_\tau$? Пояснить причину и написать формулу для определения величины a_τ ?
4. При каких видах движения возникает a_n ? Пояснить причину и написать формулу для определения величины a_n .

Задание 2 **Решение характерных задач кинематики**

Общие сведения:

1. **Кинематика** изучает движение материальных точек (тел) без учета их масс и действующих на них сил.

2. **Виды движения** материальной точки в зависимости от ускорения:

- 1) Равномерное прямолинейное: $V = \frac{S}{t}$ (М/с); $V = \text{const} \Rightarrow a = 0$
- 2) Равномерное криволинейное: $V = \frac{S}{t}$; $a_\tau = 0$; $a_n = \frac{v^2}{R} \Rightarrow a = a_n$
- 3) Неравномерное прямолинейное: $V = \frac{dS}{dt}$; $a_\tau = \frac{dV}{dt}$; $a_n = 0 \Rightarrow a = a_\tau$
- 4) Неравномерное криволинейное: $V = \frac{dS}{dt}$; $a_\tau = \frac{dV}{dt}$; $a_n = \frac{v^2}{R}$; $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$
- 5) Равнопеременное: $V = V_0 + a_\tau t$; $S = V_0 t + \frac{a_\tau t^2}{2}$

при криволинейном добавляется $a_n = \frac{v^2}{R}$, тогда $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$

a – полное ускорение, состоящее из a_τ – касательного (характеризует изменение по величине) и a_n – нормального (возникает только при криволинейном движении и характеризует изменение вектора скорости по направлению). V – скорость; S – путь (расстояние).

3. Виды вращательного движения тела:

- 1) Равномерное: $\omega = \frac{\varphi}{t}$ (рад/с или с⁻¹); $\omega = \text{const}$
- 2) Неравномерное: $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$; $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$ (рад/с или с⁻²)
- 3) Равнопеременное ($\varepsilon = \text{const}$): $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$; $\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$
- 4) Скорость и ускорение точек вращающегося тела:
 $V = \omega R$; $a_\tau = \varepsilon R$; $a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$; $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №5 (2 часа)

Тема 2.2. Кинематика тела

Цель: формирование знаний, умений, понятий о простейшем и сложном движении тела.

Задание 1

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.50-62, ДЛ1 с.93-118 и дополнить конспект по вопросу «Простейшие и сложные движения тела»

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

Задание 2

Ознакомиться с примерами решения задач

1. Точка движется прямолинейно согласно уравнению $S = 2t^3$. Определить путь, скорость и ускорение $t = 2$ сек.

2. Точка движется прямолинейно с ускорением $a = a_t = 2 \text{ м/с}^2$. Определить скорости и путь при $t = 5$ сек. ($V_0 = 0$)

3. Точка движется со скоростью $V = 5 \text{ м/с}$ по траектории радиусом $R = 10 \text{ м}$. Определить путь, скорость и ускорение при $t = 2$ сек.

4. Точка движется с ускорением $a = a_t = 2 \text{ м/с}^2$ по траектории радиусом $R = 10 \text{ м}$. Определить путь, скорость и ускорение при $t = 5$ сек. ($V_0 = 0$)

Кинематика твердого тела

Пример 1. Колесо вращается с угловой скоростью $\omega = 10 \text{ рад/с}$, его диаметр $D = 1 \text{ м}$. Определить скорость и ускорение точек обода колеса.

$$\omega = 10 \text{ рад/с}$$

$$D = 1 \text{ м}$$

$$V - ? \quad a - ?$$

Пример 2. Колесо начинает вращаться согласно уравнению $\varphi = t^3 + 2t$. Определить угловую скорость и ускорение в момент $t = 5 \text{ с}$, а так же число оборотов за первые 5 с. вращения.

$$\varphi = t^3 + 2t$$

$$t = 5 \text{ с}$$

$$\omega - ? \quad \varepsilon - ? \quad \varphi - ?$$

Пример 3. При разгоне ротор электродвигателя имеет угловое ускорение $\varepsilon = 4\pi \text{ рад/с}^2$. Определить за какой промежуток времени ротор наберет $n = 1200 \text{ об/мин}$.

$$\varepsilon = 4\pi \text{ рад/с}^2$$

$$n = 1200 \text{ об/мин}$$

$$t - ?$$

Пример 4. Маховик диаметром $D = 0,8 \text{ м}$ начинает вращаться равноускоренно и через 10 сек. скорость точек обода достигает $V = 8 \text{ м/с}$. Определить угловую скорость и ускорение, касательное и нормальное ускорение точек обода маховика в момент $t = 10 \text{ с}$, а так же число оборотов за первые 10 с вращения.

$$D = 0,8 \text{ м}$$

$$t = 10 \text{ с}$$

$$V = 8 \text{ м/с}$$

$$\omega - ? \quad \varepsilon - ? \quad a_t - ? \quad a_n - ? \quad \varphi - ?$$

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №6

Раздел 3. Динамика. 4 часа

Тема 3.1. Основные понятия и аксиомы динамики. Основы кинетостатики. (2ч)

Цель: проверить степень усвоения студентами темы; научиться решать задачи динамики, применяя принцип Даламбера (кинетостатики).

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.63-85, ДЛ1 с.118-136 и дополнить конспект по вопросу «Основы динамики и кинетостатики»

Ответить на вопросы

1. Пояснить основное уравнение динамики.

2. Дать определение принципа Даламбера и пояснить процесс возникновения сил инерции, привести пример.
3. Дать понятие работы и мощности. Пояснить единицы их измерения.
4. Как определяют работу и мощность при вращении.
5. Пояснить смысл общих теорем динамики.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

Задание 2

Ознакомиться с примерами решения задач. Решить задачи

Общие сведения

1. Работа – это скалярная величина равная произведению движущей силы на пройденный путь: $A = F_{\tau} * S = F * S * \cos\alpha$.

Единица работы 1 Дж = 1 Н * 1 м – т.е. работа силы в 1 Н на перемещение 1 м.

2. Мощностью называют работу, совершенную в единицу времени: $P = \frac{A}{t}$ – если работа совершается равномерно. Единица мощности 1 Вт = $\frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ сек}}$ – т.е. работа силы в 1 Дж за 1 сек.

В общем случае: $P = \frac{F * S * \cos\alpha}{t} = F * V * \cos\alpha$ – т.е. произведение движущей силы на скорость тела.

3. При вращательном движении:

Работа $A = M * \phi$ – т.е. произведение вращающего момента на мощность $P = M * \omega$ – т.е. произведение вращающего момента на угловую скорость тела.

4. Коэффициент полезного действия (КПД):

$\eta = \frac{P_{\text{пол.}}}{P_{\text{затр.}}} (*100\%)$ – показывает, какая часть мощности расходуется на выполнение положенной работы.

5. Для упрощения решения определенных типов задач используют общие теоремы динамики:

а) $m\vec{V} - m\vec{V}_0 = \vec{F}t$ – изменение количества движения тела равно импульсу приложенной к ней силы;

б) $\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A$ – изменение кинетической энергии тела равно работы приложенных к нему сил

Пример 1. Определить мощность машины, поднимающей 100 раз в минуту молот весом $G = 9 \text{ кН}$ на высоту $h = 0,8 \text{ м}$, если КПД машины $\eta = 0,75$.

$$\begin{array}{l} G = 9 \text{ кН} \\ h = 0,8 \text{ м} \\ \eta = 0,75 \\ \hline P_{\text{затр.}} - ? \end{array}$$

Пример 2. Поезд движется со скоростью $V = 36 \text{ км/ч}$. Мощность двигателя тепловоза $P_{\text{затр.}} = 1200 \text{ кВт}$, КПД привода $\eta = 0,5$, коэффициент трения $\mu = 0,004$. Определить вес состава.

$$\begin{array}{l} V = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с} \\ P_{\text{затр.}} = 1200 \text{ кВт} \\ \eta = 0,5 \\ \mu = 0,004 \\ \hline G - ? \end{array}$$

Пример 3. Кран поднимает груз $m = 2$ т с Земли с ускорением $a = \alpha_\tau = 0,3 \text{ м/с}^2$.
определить высоту подъема груза, натяжение троса и мощности на нем при $t = 5$ с.

$m = 2 \text{ т}$		
$a = 0,3 \text{ м/с}^2$		
$t = 5 \text{ с}$		
$h - ?$	$R - ?$	$P - ?$

Пример 4. Мощность, потребляемая электродвигателем из сети $P_{\text{затр.}} = 3,6$ кВт, его КПД $\eta = 0,9$, частота вращения $n = 1500 \text{ об/мин}$. Определить полную мощность и вращающий момент на выходном валу.

$P_{\text{затр.}} = 3,6 \text{ кВт}$	
$\eta = 0,9$	
$n = 1500 \text{ об/мин}$	
$P_n - ?$	$M_n - ?$

Пример 5. Тепловоз начинает тормозить на горизонтальном прямолинейном участке пути при скорости $V_0 = 54 \text{ км/ч}$. Определить время торможения и тормозной путь до остановки если сила торможения $F_\tau = 0,075 \cdot G$ ($G = mg$ – вес тепловоза)

$V_0 = 54 \text{ км/ч} = 15 \text{ м/с}$	
$F_\tau = 0,075 \cdot G$	

$t - ?$ $S - ?$

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №7

Раздел 4. Сопротивление материалов-16ч.

Тема 4.1: Основные понятия, гипотезы и допущения сопромата.2ч.

Цель: изучить основные понятия сопротивления материалов

Задание 1

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.98-10285, ДЛ1 с.172-183 и дополнить конспект по вопросу «Основные типы опорных балок и связей»

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

Задание 2

Ответить на вопросы:

1.Какие задачи решает сопромат ?

2.Перечислите виды простейших нагружений и возникающие внутренние усилия.

3.В чем сущность метода сечений и какова его цель?

4.Что такое механическое напряжение ? Поясните их виды и единицы измерения.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

Тема 4.2: Растяжения и сжатие 2ч

Задание 1

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.139-170, ДЛ1 с.183-206 и дополнить конспект по вопросу «Методы расчета конструкций на прочность»

Ответить на вопросы:

1. Поясните порядок определения продольных сил при растяжении-сжатии бруса и принципы построения эпюры "N".
2. В чем смысл гипотезы плоских сечений?
3. Как определяют нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса при растяжении-сжатии? Приведите формулу и поясните порядок построения эпюры "σ".
4. Как записывается и формулируется закон Гука при растяжении-сжатии? Поясните границы его применимости.
5. Напишите и поясните формулу для определения удлинения бруса при растяжении-сжатии.
6. Поясните смысл коэффициента Пуассона.
7. Поясните порядок испытания материалов на прочность при растяжении.
8. Перечислите и поясните характерные точки диаграммы растяжения пластичной низкоуглеродистой стали.
9. Как определяют предельное напряжение для пластичных и хрупких материалов? Что такое допускаемое напряжение и как его определяют?
10. В чем смысл проверочного расчета на прочность при растяжении – сжатии? Приведите расчетную формулу.
11. В чем смысл проектного расчета на прочность при растяжении-сжатии?
12. Как определить допускаемую продольную силу при растяжении-сжатии?

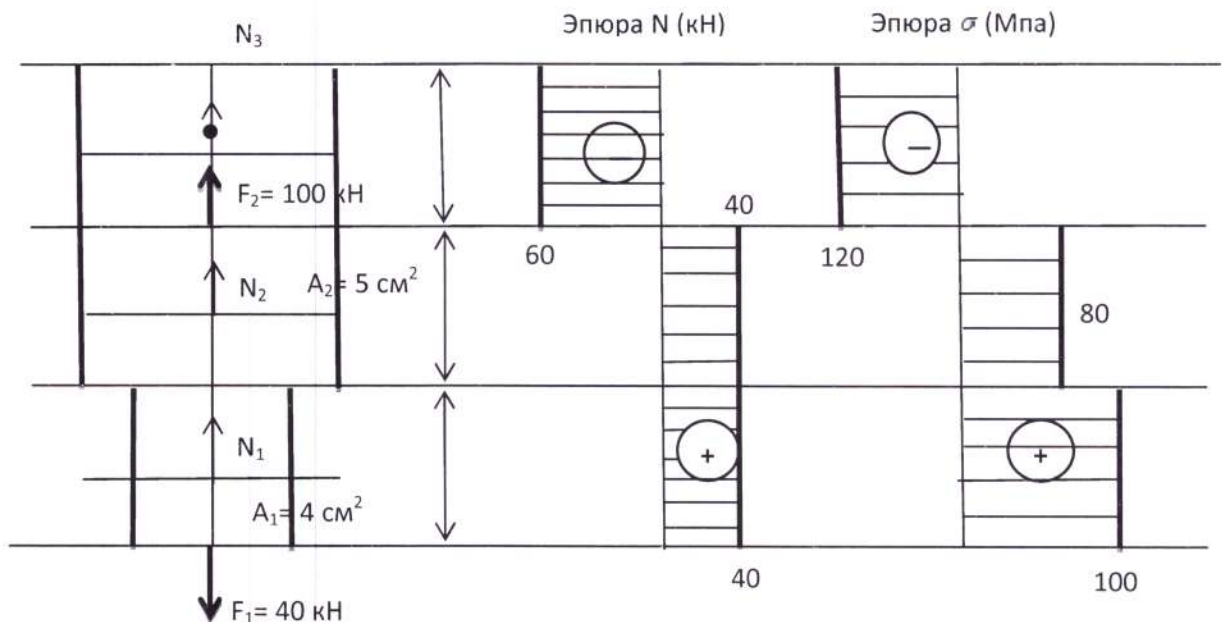
Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

Задание 2

Ознакомиться с примерами решения задач

Пример 1. Определить продольные силы и нормальные напряжения на участках бруса. Построить эпюры "N" и "σ".



Разбиваем брус по длине на три участка и определяем внутренние продольные силы на каждом участке.

$$N_1 = F_1 = 40 \text{ кН}; \quad N_2 = F_2 = 40 \text{ кН}; \quad N_3 = F_1 - F_2 = 40 - 100 = -60 \text{ кН}$$

Строим эпюру "N".

1. Разбиваем нормальные напряжения на каждом участке бруса.

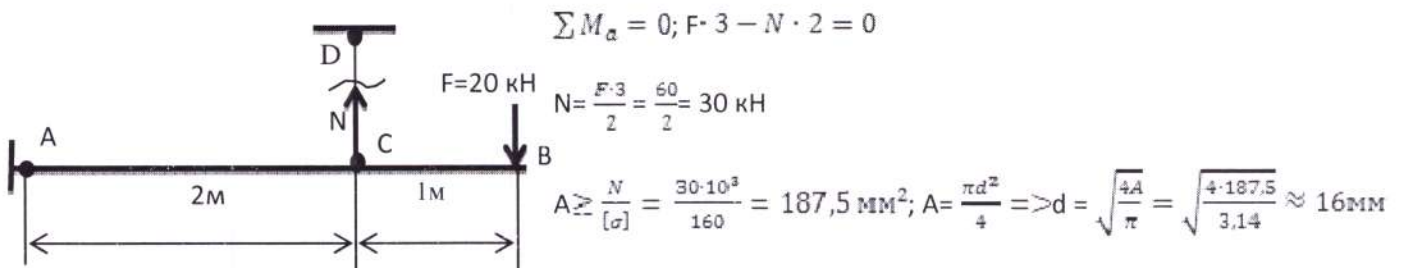
$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{40 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^2} = 100 \text{ Мпа (Н/мм}^2\text{)}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{40 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^2} = 80 \text{ Мпа}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A_2} = -\frac{60 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^2} = -120 \text{ Мпа}$$

Строим эпюру "σ".

Пример 2. Определить диаметр стержня CD, если он выполнен из стали Ст3.



Пример 3. Определить максимальную растягивающую силу F_{max} для стержня $d = 20$ мм из стали Ст 3.

$$F_{max} = [N] = [\sigma] \cdot A = [\sigma] \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 160 \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} = 50240 \text{ Н} = 50,24 \text{ кН}$$

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №8

Тема 4.3 Срез и смятие. 2ч.

Цель: изучить деформацию среза и смятия

Задание 1

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.139-170, ДЛ1 с.206-214 и дополнить конспект по вопросу «Методы расчета конструкций на прочность при сдвиге»

Ответить на вопросы:

1. Что такое чистый сдвиг и срез? В каких деталях возможен срез? Приведите примеры

2. Что такое смятие деталей? В каких соединениях возможно смятие? Приведите примеры.

3. Приведите и поясните формулы проверочного расчета соединений на срез и смятие.

Геометрические характеристики плоских сечений.

1. Перечислите виды моментов инерции и поясните в каких расчетах они используются.

2. Как определить положение главных центральных осей для сечений имеющих ось симметрии? Каковы моменты инерции относительно главных осей?

3. Как определяют момент инерции сечения относительно оси, параллельной главной центральной? Приведите формулу.

4. Чему равны осевые моменты инерции прямоугольного и круглого сечений?

5. Как определяют осевые моменты инерции стандартных прокатных профилей?

6. Поясните порядок определений осевых моментов инерции для составных сечений, имеющих ось симметрии.

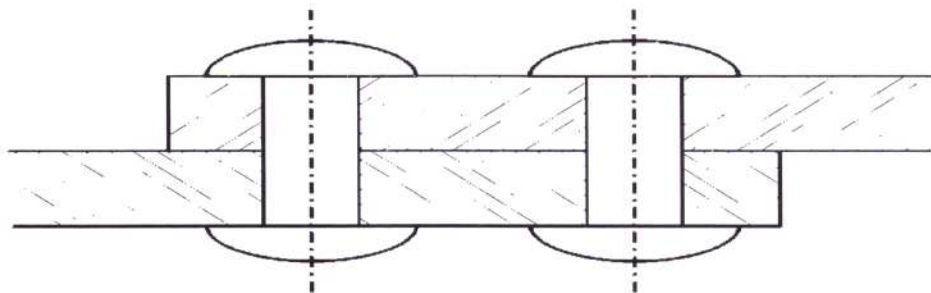
Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

Задание 2

Ознакомьтесь с примерами решения задач

Пример 1. Проверить прочность заклепочного соединения, если: $[\tau_{ср}] = 120$ МПа, $[\sigma_{см}] = 280$ МПа, число заклепок $i = 15$, их диаметр $d = 11$ мм, сила $F = 320$ кН.



1. Проверка заклепок на срез:

$$\tau_{ср} = \frac{Q}{i \cdot k \cdot A_{ср}} = \frac{320 \cdot 10^3}{15 \cdot 2 \cdot \frac{3,14 \cdot 11^2}{4}} = 112,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

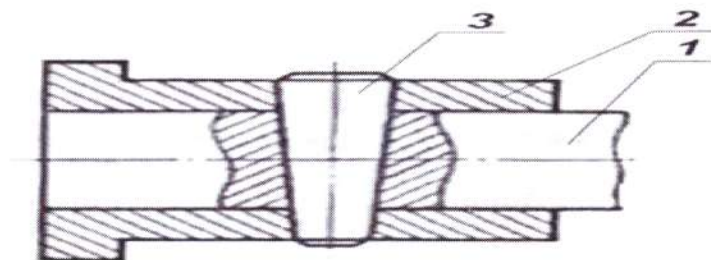
2. Проверка соединения на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{F}{i \cdot A_{сми}} = \frac{320 \cdot 10^3}{15 \cdot 11 \cdot 10} = 195 \text{ МПа} < 280 \text{ МПа}$$

Прочность соединения обеспечена.

Пример 2. Определить диаметр штифта и проверить соединение на смятие, если $[\tau_{ср}] = 80$ МПа, $[\sigma_{см}] = 120$ МПа, Сила $F = 24$ кН

Чертеж штифтового соединения



1. Определяем диаметр штифта:

$$A_{ср} \geq \frac{Q}{[\sigma_{ср}]} = \frac{24 \cdot 10^3}{80} = 300 \text{ мм}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{ср}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 300}{3,14}} \approx 20 \text{ мм}$$

2. Проверяем соединение на сжатие.

$$\sigma_{см} = \frac{F}{A_{сми}} = \frac{24 \cdot 10^3}{20 \cdot 10} = 120 \text{ МПа}$$

Прочность соединения обеспечена.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №9

Тема 4.4 Кручение 2ч

Задание 1

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.256-277, ДЛ1 с.221-229 и дополнить конспект по вопросу «Методы расчета конструкций на прочность и жесткость при кручении»

Ответить на вопросы:

- 1.Поясните, где наблюдается явление чистого сдвига при кручении круглого бруса (вала).
- 2.Напишите и сформулируйте закон Гука при чистом сдвиге.
- 3.По каким формулам определяют моменты, передаваемые на вал и как определяют внутренние крутящие моменты?
- 4.Сформулируйте основные гипотезы, применяемые при расчетах на кручение.
- 5.Как определяют наибольшее касательное напряжение в поперечных сечениях вала? Приведите и поясните формулу.
- 6.По какой формуле определяют угол закручивания вала?
- 7.Напишите формулу и поясните смысл проверочного расчета вала на прочность при кручении.
- 8.Поясните смысл проектного расчета валов и приведите формулу для определения диаметра вала из условий прочности.
9. Напишите формулу и поясните смысл проверочного расчета вала на жесткость при кручении.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

Задание 2

Ознакомиться с примерами решения задач

Крутящие моменты и их эпюры.

При расчете валов, момент, вращающий вал, обычно определяют по мощности, передаваемой валом и его угловой скорости ω (рад/с) или частоте вращения n (об/ мин):

$$M = \frac{P}{\omega} \quad \text{или} \quad M = 9,55 \frac{P}{n} \quad (\omega = \frac{\pi n}{30})$$

Если через вал вращающий момент передается нескольким устройствам, то характер изменения внутреннего крутящего момента удобно представлять эпюрой « M_k ».

Крутящие моменты определяют методом сечений, считая, что равномерно вращающийся вал, как и неподвижный, находится в равновесии.

⊕ Правило знаков: если внешний момент вращает отсеченную часть вала по часовой стрелке M_k и наоборот (смотреть со стороны сечения).

Пример 1.(Начало задания 8)

Приводной шкив получает от двигателя мощность, а шкивы I, II и III передают мощности: $P_1=15$ кВт, $P_2=17$ кВт, $P_3=20$ кВт. Частота вращения вала $n=240$ об/мин. Определить крутящие моменты на участке вала и построить эпюру « M_k ».

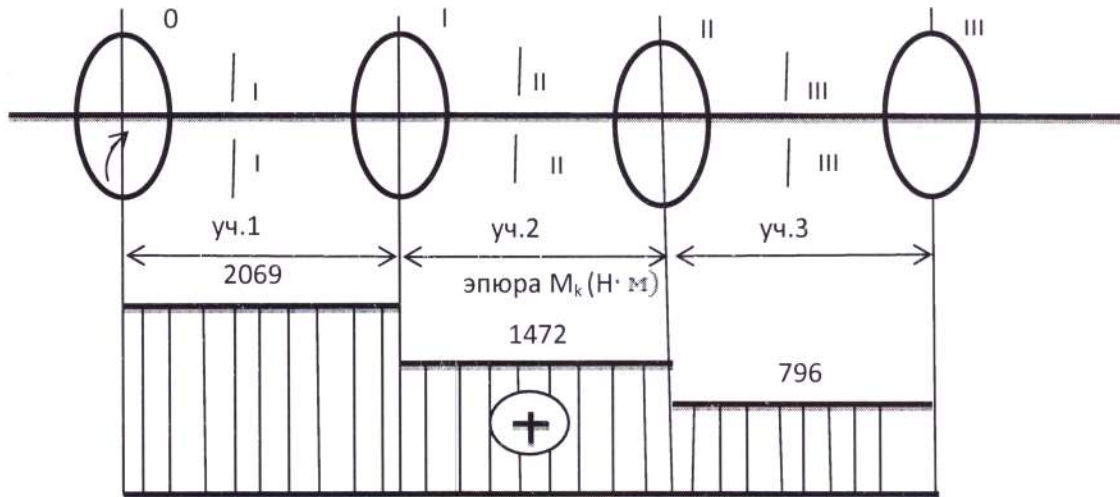
1.Определяем моменты, передаваемые шкивами: $P_0 = P_1+P_2+P_3 = 15+17+20 = 52$ кВт

$$M_0 = 9,55 \frac{P_0}{n} = \frac{9,55 \cdot 52 \cdot 10^3}{240} = 2069 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_1 = 9,55 \frac{P_1}{n} = \frac{9,55 \cdot 15 \cdot 10^3}{240} = 597 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = 9,55 \frac{P_2}{n} = \frac{9,55 \cdot 17 \cdot 10^3}{240} = 676 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_3 = 9,55 \frac{P_3}{n} = \frac{9,55 \cdot 20 \cdot 10^3}{240} = 796 \text{ Н} \cdot \text{м}$$



проверка: $\sum M_z = 0$

$$\sum M_z = M_0 - M_1 - M_2 - M_3 = 2069 - 676 - 796 = 0$$

Разбиваем вал по длине на три участка и применив метод сечений находим крутящие моменты на каждом участке:

$$M_{k1} = M_0 = 2069 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{k2} = M_0 - M_1 = 2069 - 597 = 1472 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

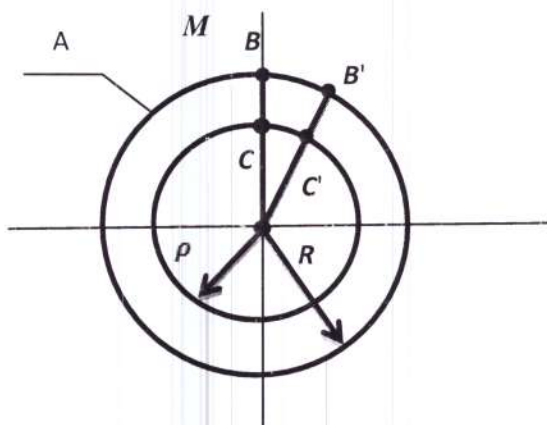
$$M_{k3} = M_0 - M_1 - M_2 = 1472 - 676 = 796 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Строим эпюру "M_к"

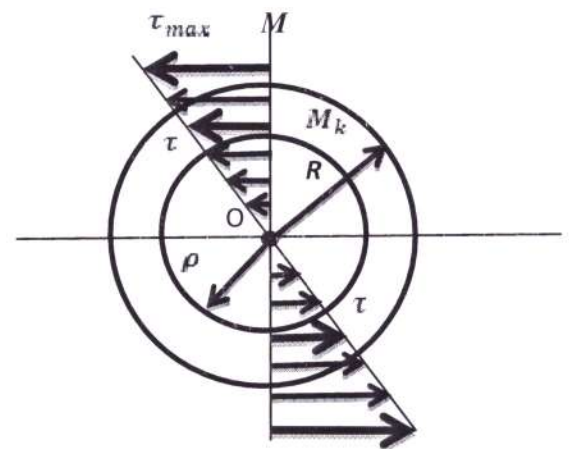
В.3. Напряжения и деформации при кручении.

Основные гипотезы:

1. Поперечные сечения деформированного вала остаются плоскими и перпендикулярными к его продольной оси.
2. Расстояние между поперечными сечениями при деформации не меняются.
3. Радиусы, проведенные в поперечных сечениях вала при деформации не искривляются.



$$0 \leq \rho \leq R$$



τ_{max}

$$\tau_{\max} = \frac{M_k}{W_p},$$

где M_k – в рассматриваемом сечении вала;
 W_p – полярный момент сопротивления сечения вала.

Для круглого сечения $W_p = \frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2 d^3$

Угол закручивания вала (на участке длиной l): $\varphi = \frac{M_k l}{GJ_p}$ (рад) GJ_p называют жесткостью вала при кручении, где полярный момент инерции круглого сечения:

$$J_p = \frac{\pi d^4}{32} \approx 0,1 d^4; \left(\frac{J_p}{R} = W_p\right).$$

В.4 Расчеты на прочность при кручении.

1. Проверка прочности. Известны M_k , диаметр и материал вала, тогда:

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_p} \leq [\tau_k] = 25 \dots 40 \text{ МПа} - \text{ для стальных валов при спокойной нагрузке.}$$

2. Подбор сечения (проектный расчет).

Решив неравенство относительно W_p , получим: $W_p \geq \frac{M_k}{[\tau]}$ или $0,2 d^3 \geq \frac{M_k}{[\tau]}$ тогда

диаметр вала: $d \geq \sqrt[3]{\frac{M_k}{0,2[\tau_{\text{сп}}]}}$

3. Определение допускаемого крутящего момента. $[M_k] = W_p[\tau_k]$

В.5. Расчеты на жесткость при кручении.

При проверке жесткости валов должны быть известны M_k , диаметр и материал вала, а так же допускаемый угол закручивания на единицу длины $[\varphi_0]$, тогда:

$$\varphi_0 = \frac{M_k}{GJ_p} \leq [\varphi_0]. \text{ Для стальных валов: } [\varphi_0] = (0,45 \dots 1,75) \cdot 10^{-2} \text{ рад/м или } (0,25 \dots 1) \text{ рад/м.}$$

3. Определяем диаметр вала на каждом участке из условий прочности

$$[\tau_k] = 32 \text{ МПа; } d \geq \sqrt[3]{\frac{|M_k|}{0,2[\tau_k]}}$$

$$d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{2069 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 32}} = 68,6 \text{ мм, принимаем } d_1 = 71 \text{ мм}$$

$$d_2 \geq \sqrt[3]{\frac{1472 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 32}} = 61,3 \text{ мм, принимаем } d_2 = 63 \text{ мм}$$

$$d_3 \geq \sqrt[3]{\frac{796 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 32}} = 49,8, \text{ применяем } d_3 = 50 \text{ мм}$$

Стандартный ряд номинальных размеров (R_{a40}):

12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 53, 56, 60, 63, 67, 71, 75, 80, 85, 90, 95, 100 ... мм

Пример 2. Проверить прочность и жесткость вала $d=40$ мм, передающего мощность $P=12,8$ кВт при $n=320$ об/мин.

$$[\tau_k] = 32 \text{ МПа; } [\varphi_0] = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ рад/м; } G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа.}$$

1. Проверка прочности. $\tau_k = \frac{M_k}{W_p} \leq [\tau_k]$, где :

$$M_k = 9,55 \frac{P}{n} = \frac{9,55 \cdot 12,8 \cdot 10^3}{320} = 382 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$W_p = 0,2d^3 = 0,2 \cdot 40^3 = 12800 \text{ мм}^3$$

$$\tau_k = \frac{382 \cdot 10^3}{12800} = 29,8 \text{ МПа} < 32 \text{ МПа} \text{ — прочность обеспечена.}$$

2. Проверка жесткости: $\varphi_0 = \frac{M_k}{GJ_p} \leq [\varphi_0]$, где:

$$J_p = 0,1d^4 = 0,1 \cdot 40^4 = 256000 \text{ мм}^4$$

$$\varphi_0 = \frac{382 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^4 \cdot 256 \cdot 10^3} = 1,86 \cdot 10^{-5} \text{ рад/мм} = 1,86 \cdot 10^{-2} \text{ рад/м} > 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ рад/м}$$

жесткость не обеспечена.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №10

Тема 4.5 Изгиб 2ч.

Цель: изучить деформацию изгиба и расчет его параметров

Задание 1

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.202-228, ДЛ1 с.232-261 и дополнить конспект по вопросу «Методы расчета конструкций на прочность при изгибе»

Ответить на вопросы:

1. Поясните понятия “прямой изгиб” и “косой изгиб”.
2. Как называют брус, работающий на прямой поперечный изгиб и какие внутренние силовые факторы в нем возникают?
3. Приведите и поясните дифференциальные зависимости между M , Q и q при изгибе.
4. Как определяют внутренние усилия Q и M возникающие в балках при изгибе?
5. Поясните правила знаков при определении внутренних усилий Q и M в балках при изгибе.
6. Что такое эпюры “ Q ” и “ M ” и как они строятся?
7. Какие напряжения возникают в поперечных сечениях балок и как они распределены по сечению?
8. Напишите и поясните формулу для определения наибольших нормальных напряжений при прямом изгибе.
9. Какие сечения балок наиболее рациональны?
10. Перечислите виды расчетов на прочность при изгибе.
11. Напишите формулу и поясните смысл проверочного расчета на прочность при изгибе.
12. Напишите формулу и поясните смысл проектного расчета балок при изгибе.
13. Напишите формулу Журавского для определения касательных напряжений при изгибе и поясните ее смысл.
14. Как определить линейные и угловые перемещения балок при помощи таблиц?
15. Поясните смысл проверочного расчета балок на жесткость при изгибе.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

Задание 2

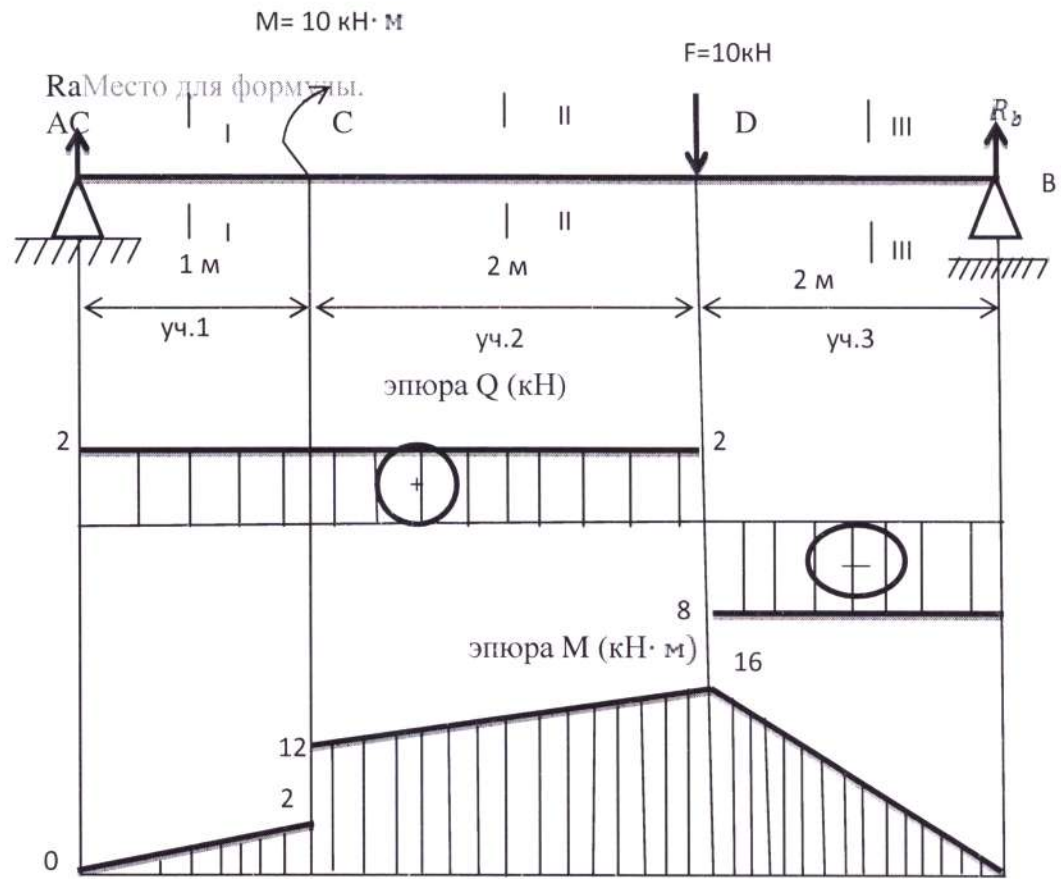
Ознакомиться с примерами решения задач

Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

Эпюры строят:

1. Согласно уравнениям, составленным для определения M_n и Q на каждом участке балки.
2. По значениям M_n и Q , вычисленным в характерных точках (т.е. на границах участков).

Пример 1. Для заданной балки определить опорные реакции, построить эпюры “Q” и “M”.



Определение опорных реакций:

$$\sum M_a = 0; -M - F \cdot 3 + R_b \cdot 5 = 0$$

$$\sum M_b = 0; -R_a \cdot 5 - M + F \cdot 2 = 0$$

$$R_b = \frac{M + F \cdot 3}{5} = \frac{1 + 30}{5} = 8 \text{ кН}$$

$$R_a = \frac{-M + F \cdot 2}{5} = \frac{-10 + 20}{5} = 2 \text{ кН}$$

Проверка: $\sum F_{ky} = 0$

$$\sum F_{ky} = R_a - F + R_b = 2 - 10 + 8 = 0$$

2. Определение поперечных сил

$$Q_1 = R_a = 2 \text{ кН}; Q_2 = R_a = 2 \text{ кН}$$

$$Q_3 = R_a - F = 2 - 10 = -8 \text{ кН}$$

Строим эпюру “Q”.

1. Определение изгибающих моментов.

$$M_a = 0; M_c = R_a \cdot 1 = 2 \text{ кН} \cdot \text{м}; M_c = R_a \cdot 1 + M = 2 + 10 = 12 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_D = R_a \cdot 3 + M = 6 + 10 = 16 \text{ кН} \cdot \text{м} \text{ (или } M_D = R_b \cdot 2 = 8 \cdot 2 = 16 \text{ кН} \cdot \text{м)}$$

$$M_b = 0. \text{ Строим эпюру "M".}$$

Пример 2. Построить эпюры “Q” и “M”

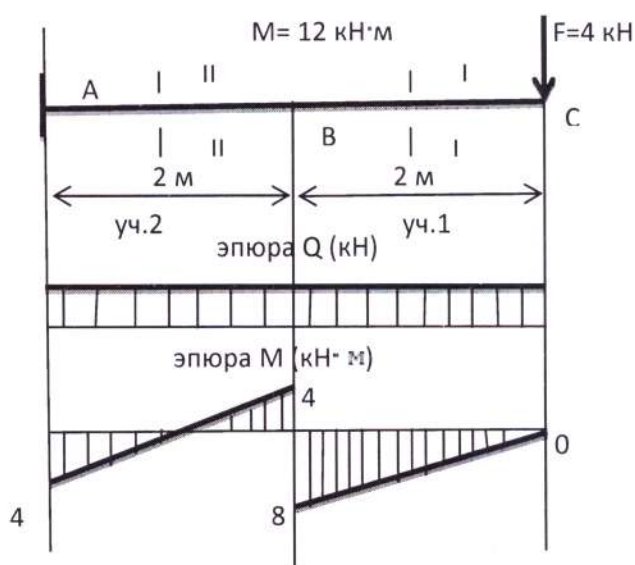
1. $Q_1 = F = 4 \text{ кН}; Q_2 = F = 4 \text{ кН}$

2. $M_b = 0; M_{b \text{ пр.}} = -F \cdot 2 = -8 \text{ кН} \cdot \text{м}$

$$M_b = -F_2 \cdot 2 + M = -8 + 12 = 4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_a = -F \cdot 4 + M = -16 + 12 = -4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$(R_a = Q_2 = 4 \text{ кН}; m_a = |M_a| = 4 \text{ кН} \cdot \text{м})$$



Характерные особенности эпюр.

Эпюра “Q”.

а) при действии сосредоточенных сил имеет ступенчатый вид. высота ступеней соответствует высоте сил;

б) сосредоточенные моменты на эпюру “Q” не влияют.

Эпюра “M”:

а) при действии сосредоточенных сил состоит из прямолинейных отрезков, наклонных к оси балки. Переломы эпюры—в местах приложения сил, навстречу силам.

б) в местах приложения сосредоточенных моментов наблюдаются скачки эпюры на величину моментов.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №11

Тема 4.6 Сопротивление усталости. Прочность при динамических нагрузках.

Устойчивость сжатых стержней. бч.

Цель: формирование знаний, умений, понятий об усталости, прочности при динамических нагрузках, устойчивости сжатых стержней

Задание 1

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.348-431, ДЛ1 с.264-291 и дополнить конспект по вопросу «Прочность и жесткость при динамических нагрузках»

Теория

Сопротивление усталости.

При работе машин, на их детали действуют динамические (т.е. переменные) нагрузки, вызывающие в деталях переменные напряжения, что ведет к образованию усталостных зон (ослабленных микротрещинами) и снижению прочности деталей.

Процесс постепенного накопления повреждений материала под действием переменных напряжений называют усталостью материала.

основной характеристикой прочности материалов при динамических нагрузках является предел выносливости, т.е. наибольшее (амплитудное) переменное напряжение, которое материал способен выдержать неограниченное число циклов изменения нагрузки.

Определяют предел выносливости экспериментально. Для этого серийно одинаковых образцов испытывают на изгиб при помощи специальной установки, подвергая образцы разной динамической нагрузке с симметричным циклом.

Первый образец нагружают до амплитудного значения напряжений $\sigma_a = \sigma_{max} = (0,5 \dots 0,6) \sigma_{п.ч.}$ При испытании последующих образцов нагрузку постепенно снижают. При каждом опыте фиксируют количество циклов N , которое образец выдерживает до разрушения и по результатам испытаний строят кривую усталости.

При напряжении σ_{-1} , соответствующему пределу выносливости и числе циклов N_0 , называют базой испытаний кривая переходит в горизонтальную прямую, т.е. образец не склонен к разрушению при любом числе циклов изменения нагрузки. Экспериментально установлено, что для стальных образцов $N_0 \approx 10^7$ циклов (т.е. 54 часа работы установки при $n=3000$ об/мин.)

Предел выносливости зависит от вида деформации, формы, размеров и качества обработки деталей.

При динамических расчетах на прочность обычно определяют коэффициент запаса прочности S по эмпирическим формулам, соответствующим определенным видам нагружения деталей, а затем проверяют условие: $S \leq [S]$. Ориентировочно для стали нормативный коэффициент запаса прочности $[S] = 1,3 \dots 2,1$.

Ответить на вопросы:

1. *Какие внутренние силовые факторы возникают при работе вала на кручение с изгибом?*

2. *Когда применяют гипотезы прочности и что такое эквивалентное напряжение?*

3. *Поясните порядок расчета валов на прочность при совместном действии кручения и изгиба.*

Устойчивость сжатых стержней.

1. *Какая сила называется критической и в чем заключается явление потери устойчивости сжатого стержня?*

2. *Напишите формулу Эйлера для определения критической силы и поясните ее смысл.*

3. *Как выполняют проверочный расчет стержней на устойчивость?*

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

Задание 2. Подготовить рефераты по темам «Прочность при динамических нагрузках». «Устойчивость сжатых стержней».

Список рекомендуемой литературы:

2. *Лукьянов А.М., Лукьянов М.А. Техническая механика: учебник. –М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 711с.*

Дополнительные источники:

2. *Эрдеди А.А., Эрдеди Техническая механика: учебник для студентов учреждений СПО – 3-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2016.-528с.*

2. *Электронный ресурс «Техническая механика». Форма доступа: technical-mechanics.narod.ru*

3. Интернет – ресурсы.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 2 часа

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 12

Раздел 5. Детали машин.

Тема 5.1 Основные понятие и определения.

Цель: формирование знаний об основных понятиях и определениях деталей машин.

Задание 1. Подготовить презентации на данную тему.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 13

Тема 5.2 Соединения деталей. Разъемные и неразъемные соединения.

Цель: формирование знаний, умений, понятий о соединении деталей.

Задание 1

Изучить учебный материал по учебнику ОП1, с.465-521, ДЛ1 с.304-344 и дополнить конспект по вопросу «Резьбовые соединения»

Ответить на вопросы:

1. Дайте классификацию соединений. Приведите примеры.

2. Поясните методику расчета стыковых сварных соединений. Приведите формулу проверочного расчета.

3. Поясните методику расчета нахлесточных сварных соединений. Приведите формулу проверочного расчета.

1. Перечислите конструктивные формы резьбовых соединений. Поясните назначение стопорения резьбовых соединений и перечислите характерные типы стопорений.

2. Приведите классификацию шпоночных соединений и поясните их применение.

3. Какие соединения называются шлицевыми (зубчатыми)? Поясните разновидности шлицевых соединений.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 2 часа

Задание 2

Подготовить сообщение по теме: «Соединение валов в современном технологическом оборудовании»

Список рекомендуемой литературы:

1. Лукьянов А.М., Лукьянов М.А. Техническая механика: учебник. –М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 711с.

Дополнительные источники:

2. Эрдеди А.А., Эрдеди Техническая механика: учебник для студентов учреждений СПО – 3-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2016.-528с.

3. Электронный ресурс «Техническая механика». Форма доступа: technical-mechanics.narod.ru

4. Интернет – ресурсы.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 2 часа

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 14

Тема 5.3 Передачи вращательного движения.

Цель: формирование умения поиска, отбора и систематизации информации по заданной теме.

Задание 1

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.522-648, ДЛ1 с.348-475 и дополнить конспект по вопросу «Фрикционные и ременные передачи»

Ответить на вопросы:

1. Поясните назначение передач вращательного движения и перечислите их основные виды.

2. Как определяют передаточное отношение одно- и многоступенчатых передач? Приведите формулы.

3. Как определить вращающий момент и мощность на ведомом валу передачи (M_2 и P_2), если на ведущем валу эти параметры известны (M_1 и P_1)?

4. Поясните конструкцию фрикционных передач, а так же их основные достоинства и недостатки.

5. Перечислите и поясните три вида расчетов характерных для фрикционных передач.

6. Какие передачи называют вариаторами? Поясните основную характеристику вариаторов.

7. Перечислите основные виды зубчатых передач. Как классифицируют зубчатые передачи по взаимному расположению осей колес и по форме зубьев?

8. Какой профиль зубьев имеет большинство зубчатых передач? Что такое модуль зубьев и как определяют диаметры делительных окружностей зубчатых колес? Приведите формулы.

9. Перечислите и поясните способы изготовления зубчатых колес.

10. Поясните основные геометрические соотношения прямозубых цилиндрических передач. Приведите формулы.

11. Какие силы возникают в зацеплении прямозубых цилиндрических передач?

12. Какие расчеты зубьев выполняют для открытых и закрытых цилиндрических передач?

13. Почему при высоких скоростях вращения применяют косозубые передачи?

14. Поясните конструкцию шевронных передач. В чем их преимущество перед другими видами цилиндрических зубчатых передач?

15. Какие виды цилиндрических зубчатых передач не создают осевой нагрузки на подшипники?

16. Поясните назначение и виды конических зубчатых передач. В чем главный недостаток конических передач?

17. Поясните конструкцию и область применения винтовых передач. Какие резьбы обычно применяют в винтовых передачах?

18. Какие расчеты обычно выполняют для винтовых передач?

19. Поясните конструкцию и область применения червячных передач.

20. Как определить передаточное число червячной передачи?

21. Что такое редуктор? Поясните конструкцию редукторов и назовите их основные типы.

22. Поясните конструкцию ременных передач, назовите их основные типы и область применения.

23. Каковы основные достоинства и недостатки ременных передач?

24. Поясните конструкцию цепных передач. Какие виды цепей обычно применяют и почему цепные передачи требуют постоянной смазки?

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы
Рекомендуемое время: 2 часа

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 15

Тема 5.4 Валы и оси, опоры.

Цель: формирование умения поиска, отбора и систематизации информации по заданной теме.

Задание 1

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.651-680, ДЛ1 с.475-503 и дополнить конспект по вопросу «Подшипники скольжения и качения»

Ответить на вопросы:

- 1.Поясните назначение и перечислите основные типы валов. В чем разница между осью и валом?*
- 2.На какие две группы разделяют подшипники по принципу работы? Как устроены подшипники скольжения?*
- 3.Назовите характерные достоинства и недостатки подшипников скольжения.*
- 4.Как устроены подшипники качения? Перечислите основные типы подшипников.*
- 5.Какие типы роликов применяют в подшипниках качения? Из какого материала изготавливают кольца и тела качения?*
- 6.Поясните принцип маркировки подшипников качения.*
- 7.Что такое динамическая грузоподъемность подшипника и как она определяется? В чем смысл подбора подшипников по динамической грузоподъемности?*

Задание 2

Подготовить сообщение по заданной теме.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 2 часа

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 16

Тема 5.4 5.5 Муфты

Цель: формирование умения поиска, отбора и систематизации информации по заданной теме.

Задание 1

Изучить учебный материал по учебнику ОЛ1, с.680-693, ДЛ1 с.512-522 и дополнить конспект по вопросу «Предохранительные муфты»

Ответить на вопросы:

- 1.Где применяют муфты и каково их назначение?*
- 2.Как классифицируют муфты по конструкции и по назначению?*
- 3.Каково назначение сцепных муфт? Назовите их основные виды и область применения.*

Задание 2

Подготовить сообщение на заданную тему.

Форма выполнения задания: изучение учебной литературы

Рекомендуемое время: 1 час

Методические рекомендации по составлению доклада.

Доклад-это сообщение по заданной теме, с целью внести знания из дополнительной литературы, систематизировать материал, проиллюстрировать примерами, развивать навыки самостоятельной работы с научной литературой, познавательный интерес к научному познанию. Тема доклада должна быть согласована с преподавателем и соответствовать теме занятия.

Материалы при его подготовке, должны соответствовать научно-методическим требованиям техникума и быть указаны в докладе.

Необходимо соблюдать регламент, оговоренный при получении задания.

Иллюстрации должны быть достаточными, но не чрезмерными.

Работа студента над докладом-презентацией включает отработку навыков ораторства и умения организовать и проводить диспут.

Студент в ходе работы по презентации доклада, отрабатывает умение ориентироваться в материале и отвечать на дополнительные вопросы слушателей.

Студент в ходе работы по презентации доклада, отрабатывает умение самостоятельно обобщить материал и сделать выводы в заключении.

Докладом также может стать презентация реферата студента, соответствующая теме занятия.

Студент обязан подготовить и выступить с докладом в строго отведенное время преподавателем, и в срок.

Необходимо помнить, что выступление состоит из трех частей: вступление, основная часть и заключение.

Вступление помогает обеспечить успех выступления по любой тематике. Вступление *должно содержать:*

- название презентации (доклада)
- сообщение основной идеи
- современную оценку предмета изложения
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов
- живую интересную форму изложения
- акцентирование оригинальности подхода

Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должна даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение - это ясное четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели.

Методические рекомендации по составлению конспекта

Написание конспекта первоисточника (статьи, монографии, учебника, книги и пр.) – представляет собой вид внеаудиторной самостоятельной работы студента по созданию обзора информации, содержащейся в объекте конспектирования, в более краткой форме (приложение 2). В конспекте должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы, аргументы, этапы доказательства и выводы. Ценность конспекта значительно повышается, если студент излагает мысли своими словами, в лаконичной форме.

Конспект должен начинаться с указания реквизитов источника (фамилии автора, полного наименования работы, места и года издания). Особо значимые места, примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамку, пометками на полях, чтобы акцентировать на них внимание и прочнее запомнить.

Работа выполняется письменно. Озвучиванию подлежат главные положения и выводы работы в виде краткого устного сообщения (3-4 мин) в рамках теоретических и практических занятий. Контроль может проводиться и в виде проверки конспектов преподавателем.

Затраты времени при составлении конспектов зависят от сложности материала по теме, индивидуальных особенностей студента и определяются преподавателем. Ориентировочное время на подготовку конспекта статьи – 2 ч

Критерии оценки:

- содержательность конспекта, соответствие плану, 3 балла;
- отражение основных положений, результатов работы автора, выводов, 5 баллов;
- ясность, лаконичность изложения мыслей студента, 3 балла;
- наличие схем, графическое выделение особо значимой информации, 1 балл;
- соответствие оформления требованиям, 1 балл;
- грамотность изложения, 1 балл;
- конспект сдан в срок, 1 балл.

Максимальное количество баллов: 15.

14-15 баллов соответствует оценке «5»

11-13 баллов – «4»

8-10 баллов – «3»

менее 8 баллов – «2»

Методические рекомендации по составлению сообщения

Сообщение – это вид внеаудиторной самостоятельной работы по подготовке небольшого по объему устного сообщения для озвучивания на семинаре, практическом занятии. Сообщаемая информация носит характер уточнения или обобщения, несет новизну, отражает современный взгляд по определенным проблемам.

Сообщение отличается от докладов и рефератов не только объемом информации, но и ее характером – сообщения дополняют изучаемый вопрос фактическими или статистическими материалами. Оформляется задание письменно, оно может включать элементы наглядности (иллюстрации, демонстрацию).

Регламент времени на озвучивание сообщения – до 5 мин.

Затраты времени на подготовку сообщения зависят от трудности сбора информации, сложности материала по теме, индивидуальных особенностей студента и определяются преподавателем. Ориентировочное время на подготовку информационного сообщения – 1ч.

Критерии оценки:

- актуальность темы, 1 балл;
- соответствие содержания теме, 1 балла;
- глубина проработки материала, 1 балла;
- грамотность и полнота использования источников, 1 балл;
- наличие элементов наглядности, 1 балла.

Максимальное количество баллов: 5

Оценка выставляется по количеству набранных баллов.

Методические рекомендации по решению задач

Прежде всего, приступая к решению задач по технической механике, пусть и самой простой, необходимо внимательно и несколько раз прочитать условие и попытаться

выявить явление, установить основные законы, которые используются в задаче, а после приступить к непосредственно поиску правильного ответа. Для грамотного поиска ответа, в действительности, необходимо хорошо владеть только двумя умениями – уяснить физический смысл, который отражает суть задания, и верно выстраивать цепочку различных мини-вопросов, ведущих к ответу на основной вопрос задачи. Определившись, в итоге, с законом, который применяется в определенной задаче. Необходимо начинать задавать себе конкретные, короткие вопросы, при этом каждый следующий должен непременно быть связан с предшествующим, либо главным законом задачи. В результате, у вас выстроится точная логическая цепочка из взаимосвязанных мини-вопросов, а также мини-ответов к ним, то есть появится структурированность, определенный каркас, который поможет найти выражение в формулах, связанных между собой. В итоге, получив подобную структуру, необходимо просто решить полученную систему уравнений с несколькими переменными и получить ответ.

Решение задачи можно условно разбить на четыре этапа и в соответствии с данными этапами установить **критерии оценки**:

1. Ознакомиться с условием задачи (анализ условия задачи и его наглядная интерпретация схемой или чертежом), 0,5 балл.

2. Составить план решения задачи (составление уравнений, связывающих физические величины, которые характеризуют рассматриваемое явление с количественной стороны), 2 балла;

3. Осуществить решение (совместное решение полученных уравнений относительно той или иной величины, считающейся в данной задаче неизвестной), 2 балла;

4. Проверка правильности решения задачи (анализ полученного результата и числовой расчет), 0,5 балла.

Максимальное количество баллов: 5.

Оценка выставляется по количеству набранных баллов.

Список рекомендуемой литературы:

1. Лукьянов А.М., Лукьянов М.А. Техническая механика: учебник. –М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 711с.

Дополнительные источники:

1. Эрдеди А.А., Эрдеди Техническая механика: учебник для студентов учреждений СПО – 3-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2016.-528с.

2. Электронный ресурс «Техническая механика». Форма доступа: technical-mechanics.narod.ru

3. Интернет – ресурсы.