

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МОРСКОЙТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
СУДОМЕХАНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ

Приложение к рабочей программе дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

ОП.02 МЕХАНИКА

Специальность
26.02.03 Судовождение

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1. Назначение фонда оценочных средств (ФОС) по дисциплине

ФОС по учебной дисциплине ОП.02 Механика для студентов специальности 26.02.03 «Судовождение» – совокупность контрольных материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимся установленных результатов обучения, а также и уровня сформированности всех компетенций (или их частей), закрепленных за дисциплиной. ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Задачи ФОС:

- управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, навыков и формированием компетенций, определенных в ФГОС СПО по специальности 26.02.03 «Судовождение»;
- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины с выделением положительных/отрицательных результатов и планирование предупреждающих/корректирующих мероприятий;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

2. Структура ФОС и применяемые методы оценки полученных знаний

ФОС позволяет оценить освоение всех указанных в рабочей программе дескрипторов компетенции, установленных ОПОП. В качестве методов оценивания применяются: наблюдение за работой (Performancetests), применение активных методов обучения, контрольной опрос, творческое задание, выполнение расчетно-графической работы.

Структурными элементами ФОС по дисциплине являются: входной контроль (предназначается для определения уровня входных знаний), ФОС для проведения текущего контроля, состоящие из контрольных опросов, творческих заданий, тематику заданий расчетно-графической работы; ФОС для проведения промежуточной аттестации, состоящий вопросов к зачету и шкалу оценивания.

Формы текущего контроля:

- Устный опрос по текущей теме дисциплины;
- Тестирование
- Выполнение и защита расчетно-графических работ;
- Выполнение практических заданий;
- Задания для самоподготовки обучающихся: разработка презентаций, составление и защита рефератов по заданной теме, проработка конспекта лекций и учебной литературы.

Проработка конспекта лекций и учебной литературы осуществляется студентами в течение всего семестра, после изучения каждой новой темы.

Защита расчетно-графических работ производится студентом в день их выполнения в соответствии с календарно-тематическим планом и расписанием учебных занятий. Преподаватель проверяет правильность выполнения работы студентом, контролирует знание студентом пройденного материала с помощью контрольных вопросов. В процессе защиты выявляется информационная компетентность в соответствии с заданием на работы, затем преподавателем дается комплексная оценка деятельности студента.

Применяемые методы оценки полученных знаний по темам дисциплины

Тема (раздел) дисциплины	Текущая аттестация				
	Задания для самоподготовки обучающихся	Расчетно-графические работы	Практические работы	Письменная проверочная работа (тестирование)	Промежуточная аттестация
РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА					
Тема 1.1. Основные понятия, законы и модели механики	+	+	+	+	экзамен
Тема 1.2. Кинематика	+		+	+	
Тема 1.3. Динамика преобразования энергии в механическую работу	+		+	+	
РАЗДЕЛ 2. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ					

<p>Тема 2.1. Методика расчёта элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформаций. Определение внутренних напряжений в деталях машин и элементах конструкций. Проверочные расчёты по сопротивлению материалов</p>	+	+	+	+	ЭКЗАМЕН
РАЗДЕЛ 3 ДЕТАЛИ МАШИН					
<p>Тема 3.1. Классификация механизмов, узлов и деталей. Критерии работоспособности и влияющие факторы Анализ функциональных возможностей механизмов и области их применения</p>	+		+	+	ЭКЗАМЕН
РАЗДЕЛ 4 ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ СТАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ					
<p>Тема 4.1. Общие законы статики и динамики жидкостей</p>	+		+	+	ЭКЗАМЕН
<p>Тема 4.2 Общие законы статики и динамики газов. Основные законы термодинамики</p>	+			+	

Критерии оценивания ответов обучающихся при устном опросе по темам дисциплины

Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Критерии оценивания:

- 1) полноту и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Оценка «5» ставится, если:

- 1) студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

«4» – студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

«3» – студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «2» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Критерии оценивания тестирования

Оценивание текущего тестирования осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный – ноль. Общая оценка каждого теста осуществляется в отношении количества правильных ответов к общему числу вопросов в тесте (выражается в процентах).

Оценка "5" ставится, если количество правильных ответов составляет 91-100%;

Оценка "4" ставится, если количество правильных ответов составляет 76-90% ;

Оценка "3" ставится, если количество правильных ответов составляет 60-75% ;

Оценка "2" ставится, если количество правильных ответов составляет < 60% .

Оценочные материалы для проведения текущего контроля

Входной контроль

Входной контроль проводится с целью определения уровня знаний обучающихся, необходимых для успешного освоения материала дисциплины «Механика».

Технология входного контроля предполагает проведение тестирования.

Оценивание входного тестирования осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный – ноль. Общая оценка каждого теста осуществляется в отношении количества правильных ответов к общему числу вопросов в тесте (выражается в процентах).

Тест считается пройденным (оценка «зачтено»), если количество правильных ответов составляет не менее 70%.

Оценка	% соотношение	Критерии
«5»	91-100%	12-13 правильных ответов
«4»	76-90%	10-11 правильных ответов
«3»	61-75% ;	8-9 правильных ответов
«2»	< 60%	Менее 9 правильных ответов

Максимальное количество баллов - 13

Количество попыток прохождения теста – одна. Время прохождения теста – 25 минут.

Инструкция по выполнению теста

1. Ответы к заданиям выполняются на бланке теста
2. Писать работу следует чётко и разборчиво, не допуская исправлений и помарок.
3. Не забудьте перед началом работы указать Ваши фамилию, имя, отчество и группу.

Задание для проведения входного контроля по дисциплине

**Входной контроль по дисциплине
«Механика»**

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Чему равен 1 кН в ньютонах	1000 Н	А
		10000 Н	Б
		100 Н	В
2	Чему равен 1 МПа в паскалях	10^9 Па	А
		10^6 Па	Б
		10^3 Па	В
3	Чему равен 1 м ²	10^6 мм ⁴	А
		10^6 мм ³	Б
		10^6 мм ²	В
4	Теорема Пифагора для прямоугольного треугольника с катетами а и b и гипотенузой с	$c^2 = (a + b)^2$;	А
		$c^2 = a^2 + b^2$;	Б
		$c^2 = a^2 - b^2$;	В
5	В прямоугольном треугольнике с катетами а и b и гипотенузой с, косинус угла, прилежащего к катету а равен	$\cos(\alpha) = c/a$;	А
		$\cos(\alpha) = b/a$;	Б
		$\cos(\alpha) = a/c$	В
6	В прямоугольном треугольнике с катетами а и b и гипотенузой с, синус угла, прилежащего к катету а равен	$\sin(\alpha) = b/c$;	А
		$\sin(\alpha) = c/b$;	Б
		$\sin(\alpha) = b/a$	В
7	Площадь круга S? диаметром d, равна	$S = \pi \cdot d/2$;	А
		$S = \pi \cdot d^2 /2$;	Б
		$S = \pi \cdot d^2 /4$;	В
8	Площадь прямоугольного треугольника S с катетами а и b и гипотенузой с, равна	$S = a \cdot c/2$;	А
		$S = a \cdot b/2$;	Б
		$S = b \cdot c/2$;	В
9	Чему равна производная x^4	$(x^4)' = 4 \cdot x^3$;	А
		$(x^4)' = 5 \cdot x^4$;	Б
		$(x^4)' = 3 \cdot x^4$;	В
10	Чему равна производная $\sin(x^3)$	$(\sin(x^3))' = 3\sin(x^2) \cdot x$;	А
		$(\sin(x^3))' = 3\sin(x^3) \cdot x^2$;	Б
		$(\sin(x^3))' = \sin(3x^2)$;	В
11	Скалярным сложением двух векторов F_1 и F_2 между, которыми угол α будет вектор F , равный	$F = (F_1^2 + F_2^2 + F_1 \cdot F_2 \cdot \cos(\alpha))^{0.5}$;	А
		$F = (F_1^2 + F_2^2 + F_1 \cdot F_2 \cdot \sin(\alpha))^{0.5}$;	Б
		$F = (F_1^2 + F_2^2 + F_1 \cdot F_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha))^{0.5}$;	В
12	Формулы первого, второго и третьего законов Ньютона соответственно записывают так:	$\vec{F}_1 - \vec{F}_2 - \dots - \vec{F}_n = 0, \vec{a} = \vec{F} / m,$ $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	А
		$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n \neq 0, \vec{F} = m / \vec{a},$ $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	Б

		$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0, \vec{F} = m \cdot \vec{a},$ $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	В
13	Какими буквами греческого алфавита принято обозначать углы	π, ρ, μ, η	А
		$\alpha, \beta, \gamma, \varphi$	Б
		$\sigma, \tau, \varepsilon, \lambda$	В
14	Алгебраическую сумму принято обозначать прописной греческой буквой:	Е – <i>эпсилон</i>	А
		Σ – <i>сигма</i>	Б
		Δ – <i>дельта</i>	В
15	Коэффициент полезного действия принято обозначать строчной буквой греческого алфавита:	μ	А
		λ	Б
		η	В
16	Строчной буквой греческого алфавита ω в кинематике принято обозначать	Угол поворота тела	А
		Угловое ускорение тела	Б
		Угловую скорость тела	В

Ключи к тесту входного контроля

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ответ	А	Б	В	Б	В	Б	В	Б	А	Б	А	В	Б	Б	В	В

Устный опрос на лекциях по текущей теме

Вопросы	Ссылка на источник с содержанием правильного ответа
РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	
<p style="text-align: center;">Тема 1.1. Основные понятия, законы и модели механики</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Содержание и задачи статики. 2. Основные понятия и аксиомы статики. 3. Материальная точка и абсолютно твердое тело 4. Сила, как мера механического воздействия материальных тел, система сил, равнодействующая и уравновешивающая силы. 5. Аксиомы статики. 6. Связи и реакции связей. 7. Определение величины и направления реакций связей 8. Принцип освобождения от связей. 9. Плоская система сходящихся сил. 10. Способы сложения двух сил. 11. Разложение равнодействующей силы на две составляющих. 12. Определение равнодействующей системы сил геометрическим способом. 13. Порядок построения силового многоугольника. 14. Проекция силы на оси координат. 15. Правило знаков проекций. 16. Проекция системы сил на ось координат. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вереина Л.И. Основы технической механики. Учебное пособие. -М.: «Академия», 2013.-80с. 2. Ганевский, Г.Н. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. Учебник - М.: «Высш. школа», 2013.-288с 3. Чернилевский, ДВ. Детали машин. Проектирование. Учебник - М.: «Машиностроение» 2013.-448с. 4. Эрдеди А. А. Детали машин. Учебник - М.: «Высш. шк.», 2013.-347с. 5. Эрдеди А. А Теоретическая механика. Сопромат. Учебник.- М.: «Высшая шк.», 2013.-456с.

<p>17. Определение равнодействующей силы аналитическим способом.</p> <p>18. Условие равновесия в аналитической и геометрической формах</p> <p>19. Пара сил и её свойства.</p> <p>20. Момент пары. Правило знаков.</p> <p>21. Сложение пар.</p> <p>22. Условие равновесия системы пары сил</p> <p>23. Момент силы относительно точки.</p> <p>Момент силы относительно оси.</p> <p>24. Приведение силы к данной точке. Приведение плоской системы сил к данному центру.</p> <p>25. Главный вектор и главный момент системы сил.</p> <p>26. Равновесие плоской произвольной системы сил.</p> <p>27. Три формы уравнений равновесия.</p> <p>28. Балочные системы.</p> <p>29. Классификация нагрузок и виды опор.</p> <p>30. Центр параллельных сил.</p> <p>31. Центр тяжести тела.</p> <p>32. Координаты центра тяжести</p> <p>33. Положение центра тяжести простых геометрических фигур и прокатных профилей.</p> <p>34. Центр тяжести составных плоских фигур.</p>	
<p style="text-align: center;">Тема 1.2. Кинематика</p> <p>1. Кинематика движения точки.</p> <p>2. Основные характеристики движения: траектория, путь, скорость, ускорение (полное, нормальное и</p>	<p>1. Вереина Л.И. Основы технической механики. Учебное пособие. -М.: «Академия», 2013.-80с.</p> <p>2. Ганевский, Г.Н. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. Учебник - М.:</p>

<p>касательное).</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Относительность движения. 4. Уравнение движения точки. 5. Способы задания движения точки: координатный, векторный, естественный. <p>Определение скоростей и ускорений.</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Частные случаи движения точки. 7. Простейшие движения твердого тела. 8. Поступательное движение. Вращательное движение вокруг неподвижной оси. 9. Угловая скорость и угловое ускорение. 10. Линейные скорости и ускорения точки вращающегося тела. Сравнение формул кинематики для поступательного и вращательного движения. 11. Сложное и плоскопараллельное движение. 	<p>«Высш. школа», 2013.-288с</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Чернилевский, ДВ. Детали машин. Проектирование. Учебник - М.: «Машиностроение» 2013.-448с. 4. Эрдеди А. А. Детали машин. Учебник - М.: «Высш. шк.», 2013.-347с. 5. Эрдеди А. А. Теоретическая механика. Сопромат. Учебник.- М.: «Высшая шк.», 2013.-456с.
<p style="text-align: center;">Тема 1.3. Динамика преобразования энергии в механическую работу</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Динамика. Аксиомы динамики: принцип инерции, основной закон динамики, принцип независимости действия сил, принцип действия и противодействия. 2. Связь между массой и силой. Две основные задачи динамики. 3. Движение свободной и несвободной материальных точек. 4. Силы инерции. Принцип Даламбера. 5. Метод кинетостатики при решении задач динамики. 6. Виды трения. Законы трения скольжения. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вереина Л.И. Основы технической механики. Учебное пособие. -М.: «Академия», 2013.-80с. 2. Ганевский, Г.Н. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. Учебник - М.: «Высш. школа», 2013.-288с 3. Чернилевский, ДВ. Детали машин. Проектирование. Учебник - М.: «Машиностроение» 2013.-448с. 4. Эрдеди А. А. Детали машин. Учебник - М.: «Высш. шк.», 2013.-347с. 5. Эрдеди А. А. Теоретическая механика. Сопромат. Учебник.- М.: «Высшая шк.», 2013.-456с.

<ol style="list-style-type: none"> 7. Трение качения. Коэффициент трения. 8. Работа постоянной силы на прямолинейном перемещении. 9. Работа силы тяжести. 10. Работа при вращательном движении. 11. Мощность. Коэффициент полезного действия. 12. Закон изменения количества движения. 13. Потенциальная и кинетическая энергия. 14. Закон изменения кинетической энергии. 	
РАЗДЕЛ 2. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ	
<p style="text-align: center;">Тема 2.1.</p> <p>Методика расчёта элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформаций. Определение внутренних напряжений в деталях машин и элементах конструкций. Проверочные расчёты по сопротивлению материалов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Содержание и задачи раздела «Сопротивление материалов». 2. Основные требования к деталям и конструкциям. Виды расчётов. Гипотезы и допущения. 3. Классификация нагрузок и элементов конструкции. 4. Формы элементов конструкции. 5. Внутренние силовые факторы. 6. Виды нагружений. 7. Механическое напряжение: полное, нормальное, касательное. 8. Допускаемые напряжения. 9. Силы внешние и внутренние. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вереина Л.И. Основы технической механики. Учебное пособие. -М.: «Академия», 2013.-80с. 2. Ганевский, Г.Н. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. Учебник - М.: «Высш. школа», 2013.-288с 3. Чернилевский, ДВ. Детали машин. Проектирование. Учебник - М.: «Машиностроение» 2013.-448с. 4. Эрдеди А. А. Детали машин. Учебник - М.: «Высш. шк.», 2013.-347с. 5. Эрдеди А. А Теоретическая механика. Сопромат. Учебник.- М.: «Высшая шк.», 2013.-456с.

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none">10. Метод сечений.11. Растяжение и сжатие, основные понятия и определения.12. Продольные силы и их эпюры.13. Напряжение при растяжении и сжатии.14. Деформации при растяжении и сжатии.15. Закон Гука. Формулы для расчёта перемещений поперечных сечений при растяжении и сжатии.16. Статические испытания материалов на растяжение и сжатие.17. Диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов.18. Условие прочности. Расчёты элементов конструкций на прочность при растяжении и сжатии.19. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге.20. Деформации, внутренние силовые факторы, напряжения при сдвиге (срезе) и смятии, условия прочности.21. Примеры деталей, работающих на сдвиг (срез) и смятие.22. Кручение. Основные понятия и определения.23. Деформации, внутренние силовые факторы, напряжения при кручении.24. Эпюры крутящих моментов.25. Угол закручивания. Расчёты элементов конструкций на прочность и жесткость при кручении.26. Изгиб. Основные понятия и определения. | |
|---|--|

<p>27. Виды изгиба.</p> <p>28. Внутренние силовые факторы при прямом поперечном изгибе.</p> <p>29. Знаки поперечных сил и изгибающих моментов.</p> <p>30. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.</p> <p>31. Нормальные напряжения при изгибе.</p> <p>32. Расчёты элементов конструкций на прочность при изгибе.</p> <p>33. Понятие о касательных напряжениях при изгибе, о линейных и угловых перемещениях.</p> <p>Понятие о расчётах элементов конструкций на жёсткость при изгибе.</p> <p>34. Расчёты на устойчивость сжатых стержней.</p> <p>35. Устойчивое и неустойчивое равновесие.</p> <p>36. Критическая сила.</p> <p>37. Формула Эйлера.</p> <p>38. Критическое напряжение и гибкость.</p>	
--	--

РАЗДЕЛ 3. ДЕТАЛИ МАШИН

<p>Тема 3.1.</p> <p>Классификация механизмов, узлов и деталей.</p> <p>Критерии работоспособности и влияющие факторы</p> <p>Анализ функциональных возможностей механизмов и области их применения</p>	<p>1. Вереина Л.И. Основы технической механики. Учебное пособие. -М.: «Академия», 2013.-80с.</p> <p>2. Ганевский, Г.Н. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. Учебник - М.: «Высш. школа», 2013.-288с</p> <p>3. Чернилевский, ДВ. Детали машин. Проектирование. Учебник - М.: «Машиностроение» 2013.-448с.</p> <p>4. Эрдеди А. А. Детали машин. Учебник - М.: «Высш. шк.», 2013.-347с.</p>
<p>1. Цели и задачи раздела. Машина, механизм, сборочная единица, деталь.</p> <p>2. Основные требования к деталям машин.</p> <p>3. Критерии работоспособности и надежности деталей машин.</p>	

<ol style="list-style-type: none"> 4. Стандартизация и взаимозаменяемость. 5. Материал деталей машин. 6. Звено, кинематическая пара. 7. Кинематическая схема. 8. Условные обозначения на кинематических схемах. 9. Виды движений и преобразующие движение механизмы. 10. Назначение передач в машинах. 11. Классификация передач, условные обозначения на схемах. 12. Кинематические и силовые соотношения в передаточных механизмах. 13. Фрикционные передачи. Достоинства и недостатки. Классификация, устройство, принцип работы, область применения. Вариаторы. 14. Ременные передачи. Достоинства и недостатки. Классификация, устройство, принцип работы, область применения. 15. Геометрические и кинематические характеристики ременных передач. 16. Цепные передачи. Достоинства и недостатки. Классификация, устройство, принцип работы, область применения. 17. Геометрические и кинематические характеристики цепных передач. 18. Общие сведения о зубчатых передачах. Достоинства и недостатки. Классификация, устройство, принцип работы, область применения. 19. Основы зубчатого зацепления. Геометрические параметры прямозубой 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Эрдеди А. А Теоретическая механика. Сопромат. Учебник.- М.: «Высшая шк.», 2013.-456с.
--	--

<p>цилиндрической передачи.</p> <p>20. Прямозубая цилиндрическая передача. Кинематический и геометрический расчет. Способы изготовления. Виды разрушения зубьев.</p> <p>21. Муфты: назначение, классификация, устройство и принцип действия основных типов муфт. Область применения</p> <p>22. Общие сведения о подшипниках. Подшипники скольжения: назначение, устройство, материал, область применения.</p> <p>23. Подшипники качения: назначение, устройство, классификация. Подбор подшипников по статической и динамической грузоподъемности.</p> <p>24. Разъемные соединения: резьбовые, шпоночные, шлицевые. Назначение, достоинства и недостатки, классификация, область применения.</p> <p>25. Основы расчета на прочность болтов при постоянной нагрузке.</p> <p>26. Штифтовые соединения, расчет на срез.</p> <p>27. Неразъемные соединения: заклепочные, сварные, клеевые и паяные. Назначение, достоинства и недостатки, классификация, область применения.</p> <p>28. Расчет заклепочных соединений на прочность.</p> <p>29. Расчеты сварных соединений при статических нагрузках.</p>	
РАЗДЕЛ 4. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ СТАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ	
Тема 4.1. Общие законы статики и динамики жидкостей	<p>1. Вереина Л.И. Основы технической механики. Учебное пособие. -М.: «Академия», 2013.-80с.</p> <p>2. Ганевский, Г.Н. Допуски, посадки и</p>

<ol style="list-style-type: none"> 1. Жидкость и её физические свойства. 2. Гидростатическое давление и его свойства. 3. Законы Паскаля и Архимеда. 4. Равновесие тел в жидкости. Плавание тел. 5. Гидродинамика, основные элементы потока. 6. Основные характеристики и режимы движения жидкости. 7. Гидравлические сопротивления и потери напора при движении жидкости. 	<p>технические измерения в машиностроении. Учебник - М.: «Высш. школа», 2013.-288с</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Чернилевский, ДВ. Детали машин. Проектирование. Учебник - М.: «Машиностроение» 2013.-448с. 4. Эрдеди А. А. Детали машин. Учебник - М.: «Высш. шк.», 2013.-347с. 5. Эрдеди А. А. Теоретическая механика. Сопромат. Учебник.- М.: «Высшая шк.», 2013.-456с.
<p style="text-align: center;">Тема 4.2</p> <p>Общие законы статики и динамики газов.</p> <p>Основные законы термодинамики</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общие понятия. 2. Законы идеальных газов. 3. Первый закон термодинамики. 4. Термодинамические процессы. 5. Понятия о круговом процессе. 6. Цикл Карно. 7. Второй закон термодинамики 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вереина Л.И. Основы технической механики. Учебное пособие. -М.: «Академия», 2013.-80с. 2. Ганевский, Г.Н. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. Учебник - М.: «Высш. школа», 2013.-288с 3. Чернилевский, ДВ. Детали машин. Проектирование. Учебник - М.: «Машиностроение» 2013.-448с. 4. Эрдеди А. А. Детали машин. Учебник - М.: «Высш. шк.», 2013.-347с. 5. Эрдеди А. А. Теоретическая механика. Сопромат. Учебник.- М.: «Высшая шк.», 2013.-456с.

Тестовые задания

Инструкция по выполнению тестов

1. Ответы к заданиям выполняются на бланке теста
2. Писать работу следует чётко и разборчиво, не допуская исправлений и помарок.
3. Не забудьте перед началом работы указать Ваши фамилию, имя, отчество и группу.

Оценивание тестового задания осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный – ноль. Оценивание каждого теста осуществляется в соответствии с процентом правильных ответов. Тестирование считается успешно пройденным при количестве правильных ответов не менее 60 %.

Критерии оценивания тестовых заданий

Оценка	Критерии
«2»	< 60% правильных ответов
«3»	60-74 % правильных ответов
«4»	75-89% правильных ответов
«5»	90-100% правильных ответов

РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Тема 1.1.

Основные понятия, законы и модели механики

Тест 1 «Буквы греческого алфавита»

Выполнил _____ студент (курсант)
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Греческая буква «эта» строчной обозначается	τ	а
		λ	б
		η	в
2	Число $\pi = 3,14 \text{ рад}$ показывает	величину, равную 360 градусов	а
		величину, равную 180 градусам	б
		отношение длины окружности к ее диаметру	в
		справедливы ответы б), и в)	г
3	Коэффициент полезного действия принято обозначать строчной буквой греческого алфавита:	μ	а
		λ	б
		η	в
4	Строчной буквой греческого алфавита ω в кинематике принято обозначать	Угол поворота тела	а
		Угловое ускорение тела	б
		Угловую скорость тела	в
5	Буквами σ и τ в сопротивлении материалов обозначают	нормальное и касательное напряжение	а
		касательное и нормальное напряжение	б
		нормальное напряжение и сумму	в
6	Какими буквами греческого алфавита	π, ρ, μ, η	а

	принято обозначать углы	$\alpha, \beta, \gamma, \varphi$	б
		$\sigma, \tau, \varepsilon, \lambda$	в
7	Алгебраическую сумму принято обозначать прописной греческой буквой	E – <i>эпсилон</i>	а
		Σ – <i>сигма</i>	б
		Δ – <i>дельта</i>	в
8	Плотность материала принято обозначать строчной буквой греческого алфавита	μ – <i>мю</i>	а
		ν – <i>ню</i>	б
		ρ – <i>ро</i>	в
9	Какую величину обозначают буквой F_{Σ} :	равнодействующую силу	а
		уравновешивающую силу	б
		реактивную силу	в
10	Укажите менее используемые буквы греческого алфавита	ε – эпсилон, ν – ню, ψ – пси	а
		λ – лямбда, τ – тау, ω – омега	б
		ι – йота, χ – хи, \omicron – омиркон	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	В	Г	В	В	А	Б	Б	В	А	В

Тест 2 «Основные определения статики»

Выполнил _____ студент (курсант)
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Что изучает теоретическая механика?	Теоретическая механика-это наука о движении.	а
		Теоретическая механика-это наука изучающая общие законы равновесия и механического движения материальных тел	б
		Теоретическая механика представляет собой одно из направлений механики деформируемого твёрдого тела.	в
2	Что изучает статика?	Изучает движение тел лишь с геометрической стороны, вне зависимости от действующих на эти тела сил.	а
		Изучаются зависимости между движением материальных тел и действующими на них силами.	б
		Изучаются правила сложения сил и условия равновесия твёрдых тел.	в
3	Что такое материальная точка?	Материальное тело размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи.	а
		Твёрдое тело которое не меняет размеров и форм под действием приложенных сил.	б
		Тело, которое ограничивает движение	в

		рассматриваемого тела.	
4	Что такое абсолютно твердое тело?	Тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи.	а
		Тело, расстояние между любыми двумя точками которого всегда остается неизменным.	б
		Совокупность материальных точек.	в
5	Дайте определение силы	Действие одного тела на другое с изменением скорости этих тел.	а
		Взаимодействие этих двух тел в результате которых происходит их деформация.	б
		Мера механического действия на данное тело со стороны других тел, характеризующая величину и направления этого действия.	в
6	В каких единицах измеряется сила в системе СИ?	Н, кН, мН.	а
		Вт, кВт, мВт.	б
		Па, кПа, мПа.	в
7	Что называется равнодействующей силой?	Одна сила, эквивалентная данной системе сил	а
		Сила, которая приводит систему сил к равновесию	б
		Сила взаимодействия между частицами данного тела	в
8	Что такое уравновешивающая сила?	Сила, действующая на данное тело со стороны другого тела.	а
		Сила, которая, будучи присоединена к некоторой системе сил, действующих на тело, приводит систему к равновесию.	б
		Сила препятствующая движению данной системы сил.	в
9	Что называется связью, наложенной на тело?	Нагрузка, действующая на данное тело.	а
		Сила давления тела на опору	б
		Тело, которое ограничивает движение рассматриваемого тела	в
10	Дайте определение силы реакции связи	Сила тяжести какого-либо тела	а
		Сила, с которой связь действует на тело, препятствуя его перемещению в том или ином направлении.	б
		Сила, равная по модулю равнодействующей, и направленная по линии ее действия в противоположную сторону.	в
11	Какой ученый, на основании экспериментов, сформулировал закон свободного падения тел	Николай Коперник	а
		Галилео Галилей	б
		Рене Декарт	в
		Блез Паскаль	г
12	Формула $F = m \cdot a$ это	Галилео Галилея	а
		Архимеда	б

	математическая запись второго закона:	Георга Симона Ома	в
		Исаака Ньютона	г

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ответ	Б	В	А	Б	В	А	А	Б	В	Б	Б	Г

Тест 3 «Плоская система сходящихся сил»

Выполнил _____ студент (курсант)
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Какая система называется сходящейся?	Система сил, линии действия которых пересекаются в одной точке.	а
		Система сил, линии действие которых параллельны.	б
		Система сил, под действием которой тело не изменяет своего движения	в
2	Как определяется модуль равнодействующей системы двух сходящихся сил?	$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$	а
		$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$	б
		$F = F_1 + F_2$	в
3	Как определить значение проекции силы на ось X, при заданном угле наклона α к данной оси?	$F_x = F \sin(\alpha)$;	а
		$F_x = F / \cos(\alpha)$;	б
		$F_x = F \cdot \cos(\alpha)$	в
4	Как определяется модуль равнодействующей плоской системы сходящихся сил?	$F_{\Sigma} = \sqrt{(\sum Y_i + \sum Y_i)^2}$	а
		$F_{\Sigma} = \sum X_i + \sum Y_i$	б
		$F_{\Sigma} = \sqrt{(\sum X_i)^2 + (\sum Y_i)^2}$	в
5	Что называется проекцией силы на ось?	Прямая неограниченной длины, на которой задано определённое направление	а
		Отрезок прямой со стрелкой на конце	б
		Длина отрезка оси, между точками, полученными при опускании на данную ось перпендикуляров из начала и конца вектора силы	в
6	Как определяется величина силы по её проекциям на оси координат?	$F = F_x + F_y$	а
		$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$	б
		$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$	в
7	Сформулируйте аналитическое условие равновесия плоской	$F_{\Sigma} = \max;$	а
		$F_{\Sigma} = 0$	б

	системы сходящихся сил.	$F_{\Sigma} = \infty$	в
8	Сущность правила выбора знака для проекции силы в уравнениях равновесия:	Знак «+», если вектор силы образует острый угол с отрицательным направлением оси; знак «-» то же с положительным направлением	а
		Знак «+», если вектор силы образует острый угол с положительным направлением оси; знак «-» то же с отрицательным направлением	б
		Знак «+», если вектор силы образует угол с отрицательным направлением оси менее 90° ; знак «-» то же с положительным направлением.	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
Ответ	А	Б	В	В	В	В	Б	Б

Тест 4 «Центр тяжести»

Выполнил _____ студент (курсант)
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Центром параллельных сил называют?	точку, в которой приложена одна из заданных сил системы	а
		точку, в которой приложена равнодействующая всех сил системы	б
		точку, в которой приложена две и более заданные силы системы	в
2	Что такое центр тяжести тела?	любая точка тела, обладающая массой;	а
		две точки тела, на которые его можно опереть	б
		точку, в которой приложена равнодействующая сил тяжести всех частиц тела;	в
3	Формула для определения координаты центра тяжести по оси x_c для тонкой пластины, разделенной на простые площади $+S_1$ и $-S_2$?	$x_c = \frac{\sum x_i \cdot (\pm S_i)}{\sum \pm S_i} = \frac{x_1 \cdot S_1 + x_2 \cdot (-S_2)}{S_1 + (-S_2)}$	а
		$x_c = \frac{\sum \pm S_i}{\sum x_i \cdot (\pm S_i)} = \frac{S_1 + (-S_2)}{x_1 \cdot S_1 + x_2 \cdot (-S_2)}$	б
		$x_c = (\sum x_i \cdot (\pm S_i)) \cdot (\sum \pm S_i) = (x_1 \cdot S_1 + x_2 \cdot (-S_2)) \cdot (S_1 + (-S_2))$	в
4	На какие простые фигуры разбивают сложные сечения?	Квадрат, окружность, трапеция	а
		Треугольник, овал, трапеция	б
		Прямоугольник, круговой сектор,	в

		треугольник	
5	Укажите правильные названия трех способов определения координат центров тяжести сечений	симметрия, разбиение, дополнение (вычитание)	а
		умножение, деление, дополнение (вычитание)	б
		симметрия, умножение, деление	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5
Ответ	Б	В	А	В	А

Тема 1.2 Кинематика

Тест 1 «Основные понятия кинематики»

Выполнил _____ студент (курсант)
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Кинематика - раздел механики, в котором изучают	равновесие точек и тел	а
		силы, вызывающие движение точек и тел	б
		движение точек и тел без учета действующих сил	в
2	Одна морская миля равна	1602 м	а
		1852 м	б
		2002 м	в
3	Скорость хода в 1 один узел равна	1 км/ч	а
		1 миля/ч	б
		1 м/с	в
4	Равноускоренное движение, это когда ...	путь S равномерно растет через равный промежуток времени t ;	а
		скорость v равномерно растет через равный промежуток времени t ;	б
		касательное ускорение a_t равномерно растет через равный промежуток времени t .	в
5	Центростремительное ускорение $a_n = v^2/r$...	меняет вектор скорости по направлению	а
		меняет вектор скорости по величине	б
		не влияет на вектор скорости	в
6	При равнозамедленном движении путь S , пройденный точкой за время t определяют по уравнению	$s = v \cdot t$;	а
		$s = v_0 \cdot t + a_t \cdot t^2 / 2$	б
		$s = v_0 \cdot t - a_t \cdot t^2 / 2$	в
7	При неравномерном движении справедливо равенство	$s = v' = a_t \cdot t$	а
		$v = a_t \cdot t = s'$	б

		$a_t = v' = s''$	в
8	Принято считать, что если радиус кривизны траектории равен $r = \infty$, то ...	Движение точки прямолинейное $a_n = 0$	а
		Движение точки криволинейное $a_n > 0$	б
		Движение точки равномерно $a_n \neq 0$	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
Ответ	В	Б	Б	Б	А	В	В	А

Тест 2 «Сложное движение точки и плоскопараллельное движение тела»

Выполнил _____ студент (курсант)

гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Сложным движением точки называют такое ее движение, когда:	ее относительная скорость движения складывается из абсолютной и переносной скоростей	а
		ее абсолютная скорость движения складывается из относительной и переносной скоростей	б
		ее переносная скорость движения складывается из относительной и абсолютной скоростей	в
2	По рельсам кран-балки движется тележка с лебедкой, которая, в свою очередь поднимает деталь. Какое движение детали является относительным, какое переносным и какое — абсолютным?	переносное – вместе с тележкой, относительное - на лебедке, абсолютное - по рельсам кран-балки	а
		абсолютное – вместе с тележкой, относительное - на лебедке, переносное - по рельсам кран-балки	б
		переносное – вместе с тележкой, абсолютное - на лебедке, относительное - по рельсам кран-балки	в
3	Если все точки тела, совершая сложное движение, остаются в одной и той же пространственной плоскости, то такое движение тела называется:	неравномерным	а
		плоскопараллельным	б
		равнопеременным	в
4	Какую точку для тела, движущегося плоскопараллельно, называют мгновенным центром скоростей?	Точка, абсолютная скорость которой не равняется нулю	а
		Точка, абсолютная скорость которой равняется нулю;	б
		Точка, абсолютная скорость которой наибольшая	в
5	Положение мгновенного центра скоростей можно определить?	по значению абсолютного ускорения точки и угловой скорости тела	а

		по значению ускорения точки и абсолютной скорости тела	б
		по значению абсолютной скорости точки тела и угловой скорости тела;	в
6	Абсолютную скорость точки тела, находящегося в плоскопараллельном движении, можно определить	сложив скорости поступательного и вращательного движений	а
		умножив скорости поступательного и вращательного движений	б
		вычитанием скорости поступательного из скорости вращательного движений	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6
Ответ	Б	А	Б	Б	В	А

Тема 1.3. Динамика преобразования энергии в механическую работу

Тест 1 «Основные понятия динамики»

Выполнил _____ студент (курсант)
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Что изучает динамика?	Изучаются зависимости между движением механических тел и действующими на них силами.	а
		Изучается движение тел лишь с геометрической стороны, вне зависимости от действующих на эти тела сил.	б
		Изучаются условия равновесия твёрдых тел.	в
2	Какова зависимость между силой тяжести тела G и его массой m ?	$m=Gg$;	а
		$m=G/g$;	б
		$m=g/G$	в
3	Массой материальной точки называют?	Равнодействующая сил приложенных к точке	а
		Величина, характеризующая быстроту совершения работы	б
		Меру инертности материальной точки	в
4	Какое изменение произошло в движении речного трамвая, если пассажиры вдруг отклонились вправо?	Трамвай повернул налево	а
		Трамвай повернул направо	б
		Трамвай ускорился	в
		Трамвай притормозил	г
5	Мяч, спокойно лежавший на столе вагона при равнопеременном движении	Ускорился	а
		Притормозил	б

	поезда, покатылся по направлению движения поезда. Какое изменение произошло в движении поезда?	Повернул влево	в
		Повернул вправо	г
6	Говорят, что молоток можно насадить на рукоятку, если рукоятку ударить о твердую поверхность. Верно ли это утверждение?	Нет, так насадить молоток на рукоятку невозможно	а
		Да, это очень хороший способ	б
		Нет, нужен еще один молоток	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6
Ответ	А	Б	В	А	Б	Б

Тест 2 «Трение»

Выполнил _____ студент (курсант)
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	От чего зависит полная реакция R шероховатой поверхности?	только от нормальной реакции N	а
		от нормальной реакции N и силы трения покоя $F_{тр}$	б
		только от силы трения покоя $F_{тр}$	в
2	2 Какое из утверждений не является законом Кулона (законом трения)?	Сила трения скольжения совпадает с направлением возможного скольжения тела;	а
		Сила трения скольжения не зависит от площади соприкосновения трущихся поверхностей;	б
		Предельная сила трения скольжения пропорциональна нормальной реакции $\vec{F}_{max} = f \cdot \vec{N}$	в
3	Коэффициент трения покоя определяют по формуле	$\alpha = \arctg(N / F_{тр});$	а
		$\alpha = \arctg(F_{тр} / N);$	б
		$\alpha = \arctg(F_{тр} \cdot N)$	в
4	Что называют трением качения?	сопротивление, возникающее как при перекачивании, так и при скольжении одного тела по поверхности другого	а
		сопротивление, возникающее при скольжении одного тела по поверхности другого	б
		сопротивление, возникающее при перекачивании одного тела по поверхности другого	в
5	Момент трения равен	$M_{тр} = k \cdot F_{тр};$	а
		$M_{тр} = k \cdot N;$	б
		$M_{тр} = f \cdot N$	в

6	В каких единицах измеряется коэффициент трения качения?	метр	а
		ньютон;	б
		безразмерный	в
7	Условие перекачивания колеса по шероховатой поверхности	$(k/r) < f$ (коэффициент трения качения k меньше радиуса цилиндра r)	а
		$(k/r) \geq f$ (коэффициент трения качения k больше радиуса цилиндра r)	б
		$(k/f) > r$	в
8	Для цилиндров радиусом r из твердых материалов коэффициент трения качения равен	$k = r \cdot \operatorname{tg}(\alpha)$	а
		$k = r \cdot \operatorname{tg}(f)$;	б
		$k = \alpha \cdot \operatorname{tg}(r)$	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
Ответ	Б	А	Б	В	Б	А	А	А

Тест 3 «Работа и мощность»

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Укажите формулу полезной мощности при поступательном движении тела	$P = T \cdot \omega$	а
		$P = F \cdot v$	б
		$P = F \cdot S$	в
2	Как определяется работа постоянной силы на прямолинейном участке пути	$A = F/S$	а
		$A = F \cdot V$	б
		$A = F \cdot S \cdot \cos(\alpha)$	в
3	Какими единицами измеряется работа в международной системе (СИ) и в технической системе (МКГСС) ?	Вт (ватт) и кгс·м (килограмм-сила на метр);	а
		Дж (джоуль) и кгс·м (килограмм-сила на метр);	б
		Н(ньютон) и кгс·м (килограмм-сила на метр)	в
4	Если на тело действуют несколько сил, то каким образом можно найти их общую работу?	$A = F_1 \cdot F_2 \cdot S$	а
		$A = (F_1 + F_2) \cdot S$	б
		$A = (F_1 + F_2) / S$	в
5	Тело движется под действием уравновешенной системы сил F_1 и F_2 . Чему равна работа этих сил?	$A = (F_1 - F_2) \cdot S = 0$;	а
		$A = (F_1 + F_2) \cdot S \neq 0$	б
		$A = (F_1 - F_2) \cdot S \neq 0$	в
6	Вагонетка весом $G = 5$ кН катится равномерно по горизонтальным рельсам и проходит расстояние $S = 2$ м. Чему равна работа силы	$A = G \cdot S = 5 \cdot 2 = 10$ Дж	а
		$A = G/S = 5/2 = 2,5$ Дж	б
		$A = G \cdot h = 5 \cdot 0 = 0$	в

	тяжести?		
7	Что такое мощность и в каких единицах она измеряется в Международной системе (СИ) и в Технической (МКГСС)?	количество времени t , затраченное в единицу работы A , измеряют в Вт (ваттах) и л.с. (лошадиных силах);	а
		количество работы A , затраченное в единицу времени t , измеряют в Вт (ваттах) и л.с. (лошадиных силах);	б
		количество работы A , затраченное в единицу времени t , измеряют в Дж (джоулях) и Н (ньютонсах).	в
8	Который из двух двигателей мощней: двигатель мощностью в 8,5 кВт или 11 л. с.?	1 л.с.=0,736 кВт, поэтому первый мощнее второго	а
		1 л.с.=1,36 кВт, поэтому второй мощнее первого	б
		1 л.с.=1 кВт, поэтому первый мощнее второго	в
9	Что такое механический коэффициент полезного действия?	Отношение общей работы к полезной $\eta=A/A^П$;	а
		Отношение полезной работы к общей $\eta=A^П/A$;	б
		Отношение работы потерь к общей $\eta=A^П/A$.	в
10	Что такое вращающий момент T ?	произведение окружной Ft силы на радиус окружности R ($T=Ft \cdot R$)	а
		отношение окружной Ft силы к радиусу окружности R ($T=Ft/R$);	б
		сумма окружной Ft силы и радиуса окружности R ($T=Ft+R$).	в
11	Как вычисляется мощность при вращательном движении тела? а); б); в)	$P=T \cdot \omega$	а
		$P=T/\omega$	б
		$P=T+\omega$	в
12	Что произойдет с вращающим моментом, если при неизменной мощности угловую скорость уменьшить, в пять раз?	Уменьшиться в 5 раз	а
		Увеличиться в 5 раз	б
		ничего не произойдет	в

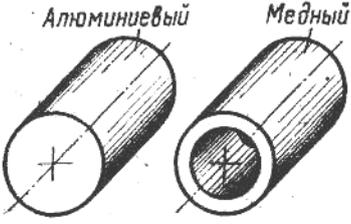
Ключи к тесту

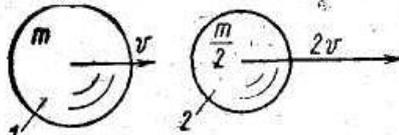
Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ответ	Б	В	А	Б	А	В	Б	А	Б	А	А	Б

Тест 4 «Общие теоремы динамики тела»

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Какова единица измерения импульса	Н·с	а

	силы в Международной системе (СИ)?	Н·м	б
		Н·м/с	в
2	в каких единицах измеряется количество движения в Международной системе (СИ)?	Н·м/с	а
		кг·м	б
		кг·м/с	в
3	Какая формула обозначает закон количества движения.	$mv + mv_0 = (\pm F_1 \pm F_2 \pm \dots) \cdot t$	а
		$mv - mv_0 = (\pm F_1 \pm F_2 \pm \dots) \cdot t$	б
		$mv - mv_0 = (\pm F_1 \pm F_2 \pm \dots) / t$	в
4	какова единица измерения кинетической энергии материальной точки в Международной системе (СИ) ?	Н·с	а
		Дж	б
		Н·м/с	в
5	Объясните смысл следующего равенства $\frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2} = (\pm F_1 \pm F_2 + \dots) \cdot S$	Теорема об изменении импульса при поступательном движении тела	а
		Теорема об изменении импульса при вращательном движении тела	б
		Теорема об изменении кинетической энергии при поступательном движении тела	в
		Теорема об изменении кинетической энергии при вращательном движении тела	г
6	Напишите уравнение, выражающее основной закон динамики поступательно движущегося тела.	$m \cdot a = \pm F_1 \pm F_2 \pm \dots$;	а
		$I \cdot \varepsilon = \pm T_1 \pm T_2 \pm \dots$;	б
		$m \cdot a = \pm F_1 \pm F_2 \pm \dots$	в
7	Напишите уравнение основного закона динамики вращающегося тела	$I \cdot \varepsilon = \pm T_1 \pm T_2 \pm \dots$;	а
		$m \cdot a = \pm F_1 \pm F_2 \pm \dots$;	б
		$I \cdot \varepsilon = \pm T_1 \pm T_2 \pm \dots$	в
8	Момент инерции сплошного диска для его центральной оси равен?	$I = m \cdot R^2$	а
		$I = m \cdot R^2 \cdot 0,5$	б
		$I = m \cdot R^2 \cdot 0,25$	в
9	Алюминиевый сплошной цилиндр и медный полый (рисунок) имеют одинаковые массы и размеры, (длину и наружный диаметр). У которого из этих цилиндров момент инерции больше (для продольной оси вращения)?	у алюминиевого	а
		у медного	б
		одинаков у обоих	в
			
10	Как определяется величина	$E_k = m \cdot v^2 / 2$	а

	кинетической энергии вращающегося тела?	$E_k = I \cdot \omega^2 / 2$	б
		$E_k = m \cdot g \cdot h$	в
11	Одинаковы ли величины кинетических энергий шариков на рисунке? 	Одинаковы $E_k = m \cdot v^2 / 2$	а
		Не одинаковы $E_{k1} > E_{k2}$	б
		Не одинаковы $E_{k1} < E_{k2}$	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ответ	А	В	Б	Б	В	В	А	Б	Б	Б	В

РАЗДЕЛ 2. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Тема 2.1.

Методика расчёта элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформаций. Определение внутренних напряжений в деталях машин и элементах конструкций. Проверочные расчёты по сопротивлению материалов

Тест 1 Основные положения сопротивления материалов

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Физическая сущность процесса деформации материала	только изменение агрегатного состояния материала	а
		Только изменение формы	б
		Изменение силового взаимодействия между атомами кристаллической решетки	в
2	Что называется прочностью, жесткостью и устойчивостью детали?	Прочность – изменение формы. Жесткость – отсутствие пластических деформаций либо разрушения детали. Устойчивость – прямолинейность продольной оси детали.	а
		Прочность – сопротивляемость детали пластической деформации либо разрушению. Жесткость – сопротивляемость изменению формы и размеров. Устойчивость – способность продольной оси детали	б

		оставаться прямолинейной	
		Прочность – однородность и изотропность материала. Жесткость – непрерывность строения материала. Устойчивость – линейная зависимость между нагрузками.	в
3	1. Что такое внутренние силовые факторы и сколько их может возникнуть в поперечном сечений бруса?	Это величина напряжения, превышение которой ведет к разрушению или пластической деформации материала. Всего три фактора	а
		Это внутренние силы упругости, равные сумме внешних сил и моментов, действующих на рассматриваемый участок бруса. Всего шесть внутренних силовых факторов.	б
		Это отношение величины внутренних сил упругости к величине площади рассматриваемого сечения. Всего два фактора.	в
4	Что называют деформацией детали?	Изменение формы и размеров детали	а
		Только изменение формы	б
		Разрушение детали	в
5	Какова цель применения метода сечений?	Провести расчет на прочность, жесткость и устойчивость бруса	а
		Определение внутренних сил упругости, т.е сил взаимодействия между атомами кристаллической решетки	б
		В произвольном участке бруса определить вид деформации, в зависимости от найденной величины внутренних силовых факторов	в
6	Чему равна величина полного напряжения в данной точке сечения?	Величина силового взаимодействия между атомами кристаллической решетки	а
		Это отношение величины внутренних сил упругости к величине площади рассматриваемого сечения.	б
		Это такая величина напряжения, превысив которую упругая деформация материала перейдет в пластическую	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6
Ответ	В	Б	Б	А	В	Б

Тест 2 «Растяжение (сжатие)»

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Как нужно нагрузить прямой брус, чтобы он работал только на растяжение (сжатие)?	приложить к брусу силы, направленные вдоль его продольной оси	а
		приложить к брусу силы, направленные перпендикулярно его продольной оси	б
		приложить к поперечному сечению бруса две равные, противоположно направленные и не лежащие на одной прямой параллельные силы	в
2	Чему равна продольная деформации бруса при растяжении (сжатии)?	отношению абсолютного изменения длины бруса Δl к его первоначальной длине l_0	а
		отношению коэффициента Пуассона μ к поперечной деформации ϵ'	б
		отношению абсолютного изменения размеров поперечного сечения Δa к первоначальному размеру a_0	в
3	Что такое внутренние силовые факторы?	Это внутренние силы упругости, возникающие в продольном сечении бруса, которые должны быть определены до применения к брусу метода сечений (РОЗУ)	а
		Это внутренние силы упругости, возникающие в поперечном сечении бруса. Определяют в результате применения к брусу метода сечений (РОЗУ)	б
		Это отношение величины внутренних сил упругости к величине площади рассматриваемого сечения	в
4	Каков физический смысл модуля продольной упругости E ?	характеризует прочность данного материала	а
		характеризует жесткость данного материала при упругой деформации	б
		характеризует твердость данного материала	в
5	На основании какой формулы определяют удлинение (укорочение) участка бруса?	на основании формулы допускаемого коэффициента запаса прочности $[n]=\sigma_{пред}/[\sigma]$	а
		на основании формулы напряжения $\sigma=N_z/A$	б
		на основании формулы напряжения $\sigma=E \cdot \epsilon$	в
6	Какое напряжение является предельным для хрупких материалов?	предел прочности	а
		условный предел текучести	б
		предел пропорциональности	в
7	Что такое фактический коэффициент запаса прочности n ?	отношение предельного напряжения к наименьшему расчетному	а
		отношение предельного напряжения к наибольшему расчетному	б
		отношение наибольшего расчетного к предельному	в
8	Как записывается условие прочности бруса при растяжении	$\sigma > [\sigma]$	а
		$\sigma \leq [\sigma]$	б

	для расчетного напряжения σ ?	$\sigma \leq \sigma_{\text{пред}}$	в
9	Укажите правильную запись проектного расчета бруса при растяжении (сжатии)	$A \leq N_z / [\sigma]$	а
		$A \geq N_z / [\sigma]$	б
		$F \geq A \cdot [\sigma]$	в
10	Что называют эпюрой продольных сил?	График, показывающий последовательность приложения активных сил по длине балки	а
		График, показывающий характер изменения величины продольной силы по высоте поперечного сечения балки	б
		График, показывающий характер изменения величины продольной силы по длине балки	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	А	А	Б	Б	В	А	Б	Б	Б	В

Тест 3 «Сдвиг, срез и смятие»

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	При деформации сдвига внутренним силовым фактором является:	продольная сила	а
		поперечная сила	б
		сдвигающий момент	в
2	При деформации сдвига продольные слои бруса:	винтообразно скручиваются	а
		удлиняются	б
		смещаются в плоскости поперечного сечения балки	в
3	Нагруженность материала при сдвиге определяется:	касательным напряжением τ ;	а
		нормальным напряжением σ ;	б
		касательным τ и нормальным σ напряжениями	в
4	Укажите правильные единицы измерения величин τ , Q_y и A в формуле $\tau = \frac{Q_y}{A}$:	$\tau - [МПа], Q_y - [Н], A - [мм^2]$;	а
		$\tau - [МПа], Q_y - [кН], A - [см^2]$;	б
		$\tau - [Па], Q_y - [Н], A - [мм^2]$	в
5	Расчетное касательное напряжения вычисляют по формуле:	$\sigma = \varepsilon \cdot E$	а
		$\tau = \frac{Q_y}{A}$	б
		$\tau = \gamma \cdot G$	в
6	Укажите правильную запись	$\sigma = \varepsilon \cdot E$	а

	закона Гука при сдвиге:	$\tau = \frac{Q_y}{A}$	б
		$\tau = \gamma \cdot G$	в
7	Величину G в формуле Гука для деформации сдвига называют:	модуль упругости первого рода;	а
		модуль упругости второго рода;	б
		модуль упругости третьего рода	в
8	Результатом разрушения при сдвиге является:	срез и растяжение	а
		растяжение и смятие	б
		срез и смятие	в
9	Смятием называют:	пластическая деформация сжатия контактирующих поверхностей	а
		упругая деформация сжатия контактирующих поверхностей;	б
		срез контактирующих поверхностей	в
10	Детали машин и соединения, которые рассчитывают на срез и смятие:	сварочный шов в сварном соединении;	а
		шпоночные и заклепочные соединения;	б
		клеевые и паяные соединения	в
11	Шов сварочного соединения рассчитывают на:	срез;	а
		смятие;	б
		растяжение и сжатие	в
12	Связь между допустимым касательным $[\tau]$ и допустимым нормальным $[\sigma]$ напряжениями такова:	$[\tau] = 0,6 \cdot [\sigma];$	а
		$[\tau] = 1,6 \cdot [\sigma];$	б
		$[\tau] = 2,6 \cdot [\sigma]$	в
13	Образующая линия наиболее уязвимого сечения в поперечном сечении сварочного шва является:	медианой прямоугольного треугольника;	а
		биссектрисой прямоугольного треугольника;	б
		высотой прямоугольного треугольника	в
14	Условие прочности деталей и соединений на срез	$\tau \leq [\tau];$	а
		$\tau \geq [\tau];$	б
		$\sigma \leq [\sigma]$	в
15	Условие прочности деталей и соединений на смятие:	$\tau \leq [\tau]$	а
		$\tau \geq [\tau];$	б
		$\sigma \leq [\sigma]$	в
16	Формула Гука для деформации сдвига является исходной в теории проектирования:	пружин;	а
		болтов;	б
		сварочных соединений	в
17	За площадку среза при проектном расчете заклепочного соединения принимают	поперечное сечение заклепки;	а
		наибольшее продольное сечение заклепки;	б
		наружную контактирующую поверхность заклепки	в
18	За площадку смятия при проектном расчете заклепочного соединения принимают:	поперечное сечение заклепки;	а
		наибольшее продольное сечение заклепки;	б
		наружную контактирующую поверхность заклепки	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ответ	Б	В	А	А	Б	В	Б	В	А	Б	А	А	В	А	В	А	А	Б

Тест 4 Кручение

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Какой величиной характеризуется величина деформации сдвига?	ε	а
		γ	б
		φ	в
2	Как определяются напряжения в поперечном сечении бруса при чистом сдвиге?	$\tau = \gamma \cdot G$;	а
		$\sigma = \varepsilon \cdot E$;	б
		$\tau = Q/A$	в
3	Укажите закон Гука для сдвига.	$\tau = \gamma \cdot G$;	а
		$\sigma = \varepsilon \cdot E$;	б
		$\tau = Q/A$	в
4	Каков физический смысл модуля сдвига G ?	Характеризует сопротивляемость материала деформации при сдвиге	а
		Характеризует прочность материала при сдвиге	б
		Характеризует выносливость материала при сдвиге	в
5	Как нужно нагрузить брус, чтобы он работал только на кручение?	Приложить две, равные по модулю силы в разных сечениях	а
		Приложить только изгибающие моменты	б
		Приложить только вращающие моменты	в
6	Каким образом определить в любом поперечном сечении бруса величину крутящего момента?	$M_z = \sum \pm T_i$;	а
		$M_z = \sum \pm F_i \cdot l_i$;	б
		$M_z = \sum \pm F_i$	в
7	Сформулируйте правило знаков при определении величины крутящего момента.	«+»-если вращающий момент направлен против часовой стрелки. «-» - в ином случае	а
		«+»-если вращающий момент направлен по часовой стрелки. «-» - в ином случае	б
8	В какой точке поперечного сечения бруса при кручении касательные напряжения максимальны?	в точках, наиболее отдаленных от центра тяжести поперечного сечения	а
		в точках, наиболее приближенных к центру тяжести	б
		в центре тяжести поперечного сечения	в
9	По какому закону распределяются напряжения в поперечном сечении круглого бруса при кручении?	касательные напряжения постоянны по всей высоте поперечного сечения	а
		касательные напряжения изменяются по закону квадратичной параболы по всей высоте поперечного сечения	б

		касательные напряжения изменяются по линейному закону по всей высоте поперечного сечения	в
10	Какой величиной характеризуется деформация при кручении?	ε	а
		γ	б
		φ	в
11	По какой формуле определяются величина относительного угла закручивания при кручении?	$\dots = M_z / (G \cdot I_p)$;	а
		$\dots = M_z \cdot l / (G \cdot I_p)$;	б
		$\dots = M_z / (W_p)$	в
12	По какой формуле определяется величина абсолютного угла закручивания при кручении	$\dots = M_z / (G \cdot I_p)$;	а
		$\dots = M_z \cdot l / (G \cdot I_p)$;	б
		$\dots = M_z / (W_p)$	в
13	Что такое полярный момент инерции поперечного сечения бруса?	характеризует сопротивляемость поперечного сечения бруса повороту вокруг продольной оси	а
		характеризует сопротивляемость поперечного сечения повороту вокруг поперечной оси бруса	б
		характеризует сопротивляемость поперечного сечения бруса разрушению	в
14	По какой формулам определяется полярный момент инерции круга?	$I_p = \pi \cdot d^3 / 16$;	а
		$I_p = \pi \cdot d^4 / 32$;	б
		$I_p = \pi \cdot d^4 / 16$	в
15	Что такое полярный момент сопротивления?	характеризует сопротивляемость поперечного сечения бруса повороту вокруг продольной оси	а
		характеризует сопротивляемость поперечного сечения повороту вокруг поперечной оси бруса	б
		характеризует сопротивляемость поперечного сечения бруса разрушению	в
16	Как определяется полярный момент сопротивления для круга?	$W_p = \pi \cdot d^3 / 16$;	а
		$W_p = \pi \cdot d^4 / 32$;	б
		$W_p = \pi \cdot d^4 / 16$	в
17	По какой формуле определяется наибольшее касательное напряжение?	$\tau_{MAX} = M_z / (W_p)$;	а
		$\tau_{MAX} = M_z \cdot l / (G \cdot I_p)$;	б
		$\tau_{MAX} = M_z / (I_p)$	в
18	Запишите математическое выражение условия жесткости при кручении.	$\tau_{MAX} \leq [\tau]$;	а
		$\varphi_0 \leq [\varphi_0]$;	б
		$\varphi_0 \geq [\varphi_0]$	в
19	Запишите математическое выражение условия прочности при кручении?	$\tau_{MAX} \leq [\tau]$;	а
		$\varphi_0 \leq [\varphi_0]$;	б
		$\varphi_0 \geq [\varphi_0]$	в
20	Какие виды расчета можно производить из условий расчета на прочность и на жесткость?	предварительный и уточненный	а
		проектный, проверочный и определение допускаемой нагрузки	б
		только проверочный, по допускаемой нагрузке	в

Ключи к тесту

В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
О	Б	В	А	А	В	А	Б	А	В	В	А	Б	А	Б	В	А	А	Б	А	Б

Тест 5 «Изгиб»

Выбрать правильный ответ из предложенных к каждому вопросу

Выполнил _____ курсант

гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Какой вид нагружения называется изгибом?	А. Изгибающий момент M_x в произвольном сечении балки численно равен алгебраической сумме моментов относительно поперечной оси x сечения всех сил, расположенных по одну сторону от этого сечения.	А
2	Что такое балка?	Б. Плоский прямой изгиб возникает при действии на стержень системы внешних сил, перпендикулярных к его оси и лежащих в одной главной плоскости	Б
3	Какие нагрузки вызывают плоский прямой изгиб стержня?	В. В общем случае плоского прямого изгиба в поперечных сечениях балки возникают два внутренних силовых фактора: поперечная сила Q_y и изгибающий момент M_x	В
4	Какие типы опор применяются в технике для закрепления балок?	Г. Они распределяются по линейному закону $\sigma = (M_x / I_x) y$ достигая максимума в точках, наиболее удаленных от нейтральной линии $\sigma_{\max} = (M_x / I_x) y_{\max}$.	Г
5	Какие типы статически определимых балок используются в технике?	Д. Поперечная сила в произвольном сечении балки численно равна алгебраической сумме проекций на поперечную ось y всех внешних сил, действующих по одну сторону от рассматриваемого сечения.	Д
6	Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечных сечениях балок?	Е. Под изгибом понимается такой вид нагружения, при котором в поперечных сечениях стержня возникают изгибающие моменты	Е
7	Чему равна поперечная сила Q_y ?	Ж. Для балки прямоугольного сечения с основанием b и высотой h $I_x = bh^3 / 12, \quad y_{\max} = h / 2, \quad W_x = bh^2 / 6.$ Для балки круглого сечения диаметром d $I_x = \pi d^4 / 64, \quad y_{\max} = d / 2, \quad W_x = \pi d^3 / 32 \approx 0,1 d^3$	Ж

8	Чему равен изгибающий момент M_x' ?	3. Величина, равная отношению осевого момента инерции к расстоянию наиболее удаленных точек сечения от нейтральной линии: $W_x = I_x / y_{\max}$ Осевой момент сопротивления измеряется в см^3 или мм^3 .	З
9	Какой изгиб называется чистым?	Брус, внешне нагруженный изгибающими моментами и силами, перпендикулярными его продольной оси.	И
10	Когда имеет место поперечный изгиб?	Для расчета балок на прочность необходимо знать, как изменяются поперечная сила и изгибающий момент по длине. С этой целью строятся их графики, называемые эпюрами поперечных сил и изгибающих моментов.	К
11	Для чего строятся эпюры поперечных сил и изгибающих моментов?	Л. В технике используются следующие типы балок: а) консоль - балка, защемленная на одном конце и свободная на другом (примером служат столбы, мачты, кронштейны); б) простая балка, шарнирно опертая по концам (примером служит ось автоприцепа); в) одноконсольная- простая балка, у которой одна из опор установлена с отступом от конца (пример - продольная балка рамы автомобиля); г) двухконсольная-простая балка, у которой обе опоры установлены с отступом от концов (пример - вагонная ось). Свешивающиеся части балок называются консолями, расстояние между опорами - пролетом.	Л
12	Как изменяются по высоте поперечного сечения балки нормальные напряжения при изгибе?	В технике применяются четыре типа опор: 1) цилиндрическая подвижная опора или каток (допускает вращение вокруг оси шарнира и поступательное перемещение); 2) цилиндрическая неподвижная опора (допускает только вращение вокруг оси шарнира); 3) защемляющая подвижная опора (допускает только поступательное перемещение); 4) защемляющая неподвижная опора или заделка (не допускает никаких перемещений).	М
13	Какая величина называется моментом сопротивления сечения при изгибе и какова ее размерность?	Если в поперечных сечениях балки, наряду с изгибающими моментами, возникают также и поперечные силы.	Н

14	Чему равен осевой момент сопротивления для балок прямоугольного и круглого сечений?	Если изгибающий момент в сечении балки является единственным силовым фактором.	О
15	Как записывается условие прочности по нормальным напряжениям для балок из пластичных материалов?	Как известно, хрупкие материалы (например, чугун) на сжатие работают значительно лучше, чем на растяжение (для чугуна $[\sigma_c] / [\sigma_p] = 3 \dots 5$). Поэтому для симметричных сечений материал в сжатой зоне будет значительно недогружен. Для несимметричных сечений (например, таврового, П-образного и т.п.) можно добиться одновременного выполнения условия прочности и на растяжение, и на сжатие, т.е. $\sigma_{\max} = [\sigma_p]$ и $\sigma_{\min} = [\sigma_c]$. В этом случае материал будет использоваться наиболее эффективно.	П
16	Как записываются условия прочности по нормальным напряжениям для балок из хрупких материалов?	Проверку прочности балки по касательным напряжениям выполняют по неравенству $\tau_{\max} = kQ_{\max} / A \leq [\tau]$ где k – коэффициент формы, равный: $3/2$ – для прямоугольника, $4/3$ – для круга. Такая проверка бывает необходима для коротких балок, нагруженных значительными поперечными силами.	Р
17	Какие формы сечений являются рациональными для балок из пластичных материалов?	Прочность балок из пластичных материалов обеспечена, если наибольшие по абсолютному значению нормальные напряжения, возникающие в опасном сечении, не превышают допускаемой величины $\sigma_{\max} = M_{\max} / W_x \leq [\sigma]$	С
18	Почему для балок из хрупких материалов нецелесообразно применять сечения, симметричные относительно нейтральной оси?	Для балок из пластичных материалов допускаемые напряжения на растяжение и сжатие одинаковы, поэтому рациональными будут являться поперечные сечения, симметричные относительно нейтральной оси	Т
19	На каких допущениях базируется элементарная теория касательных напряжений при изгибе?	Эта теория была предложено в 1855 году Д. К Журавским применительно к балкам прямоугольного сечения и исходит из следующих допущений: касательные напряжения в каждой точке поперечного сечения направлены параллельно поперечной силе Q и распределяются равномерно по ширине сечения балки, но по высоте поперечного сечения балки касательные напряжения распределяются по закону квадратной параболы (в точках	У

		<p>верхней и нижней кромок сечения они равны нулю и достигают максимума в точках нейтрального слоя). Этот максимум равен $\tau_{\max} = \frac{3Q}{2A}$</p>	
20	В каких случаях необходима проверка по касательным напряжениям τ_{\max} ?	<p>Для обеспечения прочности балки необходимо, чтобы наибольшие растягивающие и наибольшие сжимающие напряжения в опасном сечении не превосходили соответствующих допускаемых напряжений, т.е.</p> $\begin{cases} \sigma_{\max} = M_{\max} / W_p \leq [\sigma_p], \\ \sigma_{\min} = M_{\max} / W_c \leq [\sigma_c], \end{cases}$ <p>где $W_p = I_x / h_1$ и $W_c = I_x / h_2$ - моменты сопротивления растянутого и сжатого волокон; h_1 - расстояние до наиболее удаленного от нейтральной оси растянутого волокна; h_2 - расстояние до наиболее сжатого волокна.</p>	Ф
21	Правило выбора знаков относящееся к уравнению изгибающего момента	Правило знаков : «+» если деформация балки улыбкой или чашей и «-» если деформация балки печалью или зонтом	Х
22	Правило выбора знаков относящееся к уравнению поперечной силы	<p>При расчетах балок на прочность различают три вида задач</p> <ul style="list-style-type: none"> • первый вид задач – проверочный по условию $\sigma_{\max} = \frac{M_{x\max}}{W_x} \leq [\sigma]$ <ul style="list-style-type: none"> • второй вид задач – проектный по условию $W_x = \frac{M_{x(\max)}}{[\sigma]} \leq W^{ТАБЛ}$ <ul style="list-style-type: none"> • третий вид задач – определение допускаемого момента $[M]$ или нагрузки $[F]$ из формулы $[M] = [F] \cdot l \leq W_x \cdot [\sigma]$	Ц
23	Какие различают виды задач при расчетах балок на прочность?	Наибольший изгибающий момент M_{\max} , наибольший прогиб V и угол поворота Θ в характерных точках для консольных и двухопорных балок, часто встречаемых на практике определяют табличным способом	Ч

		по готовым равенствам.	
24	Табличным способом для двухопорных и консольных балок, часто встречаемых на практике можно определять...	Правило знаков: «+» если балка вращается по часовой стрелке и «-» если балка вращается против часовой стрелке	Ш

Ключи к тесту

Вопросы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ответы	Е	И	Б	М	Л	В	Д	А	О	Н	К	Г

13	14	15	16	17	18	18	20	21	22	23	24
З	Ж	С	Ф	Т	П	У	Р	Х	Ш	Ц	Ч

РАЗДЕЛ 2. ДЕТАЛИ МАШИН

Тест 1 Теория механизмов и машин

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Что называют кинематической парой?	Две движущие силы;	а
		Соединение двух звеньев, допускающее их относительное движение;	б
		Три и более подвижно соединенных деталей	в
2	Виды кинематических пар	низшие (соединение звеньев по поверхности), высшие (соединение звеньев по линии или точке)	а
		Малые (соединение звеньев по поверхности), большие (соединение звеньев по линии или точке)	б
		Быстроходные (соединение звеньев по поверхности), тихоходные (соединение звеньев по линии или точке)	в
3	Что называют механизмом:	подвижное соединение деталей, преобразующее тепловую, электрическую или химическую энергию в полезную работу и служащее для облегчения либо замены ручного труда.	а
		неподвижное соединение деталей, состоящее из ведомого и ведущего звеньев, предназначенная для передачи энергии от	б

		ведущего звена ведомому при одновременном изменении кинематических и силовых характеристик.	
		подвижное соединение деталей, образующих кинематическую цепь, в которой движение ведомых звеньев зависит от движения ведущего звена	в
4	В формуле для определения степени свободы плоского механизма $W=3 \cdot n-2 \cdot p_5-p_4$, указано	n – количество подвижных звеньев механизма, p_5 и p_4 - количество кинематических пар быстроходных и тихоходных	а
		n – количество подвижных звеньев механизма, p_5 и p_4 - количество кинематических пар первого (низшего) и второго (высшего) класса	б
		n – количество подвижных звеньев механизма, p_5 и p_4 - количество кинематических пар малых и больших	в
5	С какой целью в кинематических цепях механизмов высшие кинематические пары заменяют низшими:	чтобы уменьшить количество звеньев в механизме;	а
		чтобы уменьшить количество кинематических пар в механизме;	б
		чтобы выполнить структурный анализ механизма для его кинематического и силового исследования.	в
6	Структурный анализ механизма состоит в разбиении кинематической цепи механизма на ведущие звенья и группы ведомых звеньев. В чем отличие ведущего звена от групп ведомых звеньев?	При соединении с неподвижной стойкой степень свободы группы ведомых звеньев - 1, а ведущего звена -0	а
		При соединении с неподвижной стойкой степень свободы группы ведомых звеньев - 0, а ведущего звена - 1	б
		При соединении с неподвижной стойкой степень свободы группы ведомых звеньев и ведущего звена – 0	в
7	В чем отличие кинематического анализа механизма от силового?	При кинематическом анализе характеристики определяют в последовательности от ведущего звена к группам ведомых звеньев, а при силовом наоборот;	а
		При кинематическом анализе характеристики определяют в последовательности от ведомых звеньев к ведущему, а при силовом наоборот;	б
		При кинематическом и силовом анализе характеристики определяют, начиная от любого звена механизма.	в
8	Синтез механизма состоит в присоединении к имеющейся кинематической цепи	групп звеньев с числом свободы равным нулю	а
		групп звеньев с числом свободы равным	б

	одному	
	групп звеньев с числом свободы равным двум	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
Ответ	Б	А	В	Б	В	Б	А	А

Тест 2. Механические передачи

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Что называют механической передачей?	это механизм, преобразующий тепловую, электрическую или химическую энергию в полезную работу и служащий для облегчения либо замены ручного труда;	а
		система, состоящая из ведомого и ведущего звеньев, предназначенная для передачи энергии от ведущего звена ведомому при одновременном изменении кинематических и силовых характеристик;	б
		система связанных между собой подвижных и неподвижных звеньев, образующих кинематическую цепь, в которой движение ведомых звеньев зависит от движения ведущего звена.	в
2	Функции, выполняемые механическими передачами?	Передача движения с изменением силовых и кинематических характеристик	а
		Передача движения с изменением вида движения с вращательного на поступательно и наоборот;	б
		Передача движения с изменением силовых и кинематических характеристик, а также вида движения;	в
3	Что называют приводом?	это механизм, преобразующий тепловую, электрическую или химическую энергию в полезную работу и служащий для облегчения либо замены ручного труда.	а
		система, состоящая из ведомого и ведущего звеньев, предназначенная для передачи энергии от ведущего звена ведомому при одновременном изменении кинематических и силовых характеристик.	б
		система состоящая из соединенный друг с другом механических передач и двигателя	в

4	Что называю машиной?	это механизм, преобразующий тепловую, электрическую или химическую энергию в полезную работу и служащий для облегчения либо замены ручного труда.	а
		система, состоящая из ведомого и ведущего звеньев, предназначенная для передачи энергии от ведущего звена ведомому при одновременном изменении кинематических и силовых характеристик.	б
		система связанных между собой подвижных и неподвижных звеньев, образующих кинематическую цепь, в которой движение ведомых звеньев зависит от движения ведущего звена	в
5	Что называют надежностью ?	способность изделий выдерживать кратковременные перегрузки в течение заданного промежутка времени	а
		способность изделия выполнять необходимые функции, эксплуатационные показатели которых сохраняют заданный диапазон значений в течении требуемого промежутка времени	б
		способность изделия не разрушаться при циклически повторяющихся нагрузках в течении заданного промежутка времени	в
6	Что называют сроком службы?	промежуток времени, в течении которого будет обеспечена надежная работа изделия	а
		количество циклов периодически повторяющейся нагрузки, которое может выдержать изделие до выхода его из строя	б
		промежуток времени, в течение которого изделие будет работать до выхода его из строя, с учетом времени ремонта	в
7	В каких единицах измеряют календарный срок службы?	количеством циклов, периодически изменяющейся нагрузки	а
		в часах	б
		в годах	в
8	В каких единицах измеряют рабочий срок службы?	количеством циклов, периодически изменяющейся нагрузки	а
		в часах	б
		в годах	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
Ответ	Б	В	В	А	Б	А	В	Б

Тест 3 «Зубчатые передачи»

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Что показывает модуль зубьев	отношение числа π к шагу зубьев p_t	а
		отношение делительного диаметра колеса к числу зубьев	б
		произведение диаметра на число зубьев	в
2	Чему равна высота головки h_a и ножки h_f зуба?	$h_a = 1,25 \cdot m, \quad h_f = 1 \cdot m$	а
		$h_a = 1,25 \cdot m, \quad h_f = 1,25 \cdot m$	б
		$h_a = 1 \cdot m, \quad h_f = 1,25 \cdot m$	в
3	Как правильно перевести значение твердости из шкалы HRC в шкалу HB?	1 HRC \approx 10 HB ;	а
		100 HRC \approx 10 HB ;	б
		10 HRC \approx 1 HB	в
4	Чем вызвано выкрашивание рабочей поверхности зуба?	наличием смазочного материала во впадинах шероховатости рабочей поверхности зубьев	а
		наличием твердых частиц (пыли) в месте контакта зубьев	б
		неточностью формы зубьев при изготовлении	в
5	В процессе какой термической обработки изделия охлаждают в масле	нормализация;	а
		отпуск ;	б
		закалка	в
6	Какой термической обработке подвергаю зубчатые колеса, изготовленные из углеродистой стали марки 40 ,45, 40X?	улучшению	а
		улучшение + закалка токами высокой частоты	б
		цементация и азотирование	в
7	Стандартизированным параметром зубчатых колес является ...	число зубьев;	а
		угол наклона зубьев;	б
		делительный диаметр;	в
		модуль зацепления;	г
		шаг зубьев	д
8	На какой параметр влияет допускаемое контактное напряжение $[\sigma]_H$	модуль зубьев	а
		передаточное число;	б
		межосевое расстояние;	в
		делительный диаметр	г
9	Войдут ли в зацепление косозубые колеса, у одного из которых направление зубьев правое, а у другого левое	войдут;	а
		не войдут	б
10	Какие диаметры колеса обозначают буквами d_a , d_f и d ?	d_a – впадин, d_f - выступов, d – делительный	а
		d_a – делительный, d_f - впадин , d – выступов	б
		d_a - выступов, d_f - впадин, d –делительный	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	Б	В	А	А	В	А	Г	В	А	В

Тест 4 «Червяные передачи»

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Назначение червячной передачи	передача вращательного движения между пересекающимися валами	а
		передача вращательного движения между скрещивающимися валами	б
		передача вращательного движения между параллельными валами	в
2	Что является достоинством червячной передачи?	Возможность самоторможения передачи и низкий КПД	а
		Большая величина передаточного числа и возможность самоторможения передачи	б
		Низкий КПД и большая величина передаточного числа	в
3	Величину какого параметра червячной передачи округляют до стандартного числа?	число зубьев и коэффициент диаметра червяка	а
		межосевое расстояние и коэффициент диаметра червяка	б
		делительный диаметр и ширину червяка	в
4	Какой дополнительной термообработке подвергают бронзовые венцы червячных колес?	нормализация;	а
		улучшение;	б
		улучшение + ТВЧ;	в
		термообработка не предусматривается	г
5	В формуле какого параметра используют допускаемое контактное напряжение $[\sigma]_H$?	модуль зубьев;	а
		передаточное число;	б
		межосевое расстояние;	в
		делительный диаметр	г
6	В зависимости от какого параметра определяют число витков червяка?	модуля зубьев	а
		передаточного числа червячной передачи	б
		межосевое расстояние червячной передачи	в
7	Какие диаметры колеса обозначают буквами d_a , d_f и d ?	d_a – впадин, d_f - выступов, d – делительный	а
		d_a – делительный, d_f - впадин, d – выступов	б
		d_a – выступов, d_f - впадин, d – делительный	в
8	Какой материал применяют для изготовления червяка?	бронзу;	а
		сталь;	б
		серый чугун	в

9	По какой формуле определяют передаточное число червячной передачи?	$u = \frac{z_1}{z_2} = \frac{d_1}{d_2}$	а
		$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1}$	б
		$u = \frac{n_2}{n_1}$	в
10	Какой термической обработке подвергаю червяки, изготовленные из углеродистой стали марки 40, 45, 40Х?	улучшению	а
		улучшение + закалка токами высокой частоты	б
		цементация и азотирование	в
11	Какой вид разрушения зуба червячного колеса является наиболее распространенным ?	поломка зуба	а
		выкрашивания рабочей поверхности зуба	б
		износ зуба	в
12	Какой вид разрушения называют выкрашиванием?	откалывание частиц материала с рабочей поверхности зуба	а
		приваривание или «смазывание» рабочих поверхностей зубьев друг к другу	б
		абразивный износ рабочей поверхности зуба	в
13	Для чего необходима величина скорости скольжения v_s ?	для расчета модуля зубьев	а
		для расчета делительный диаметр	б
		для расчета межосевое расстояние	в
		для выбора материала червяка	г
14	Для чего определяют коэффициент смещения зуборезного инструмента x ?	чтобы межосевое расстояние a_w оставалось равным стандартному числу	а
		чтобы коэффициент диаметра червяка q оставался равным стандартному числу	б
		чтобы модуль m оставался равным стандартному числу	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответ	Б	Б	Б	Г	В	Б	В	Б	Б	Б	В	А	Г	А

Тест 5 «Ременные передачи»

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	В работе ременной передачи упругое скольжение ремня является:	достоинством;	а
		недостатком;	б
		нормальным явлением	в
2	Ременные передачи преимущественно используют в...	быстроходных ступенях;	а
		тихоходных ступенях;	б
		вместо редуктора при больших передаточных числах	в
3	При равных площадях	плоскоремненных;	а

	поперечного сечения ремня, в каких сила трения ремня со шкивом меньше:	клиноремненных;	б
		поликлиноремненных	в
4	Долговечность ремня зависит от: а) б) в)	передаваемой мощности Р;	а
		материала ремня;	б
		числа пробегов ремня в секунду [U]	в
5	Корд-ткань в ремне обеспечивает:	лучшее сцепление ремня со шкивом;	а
		его прочность;	б
		высокую жесткость для повышения угла обхвата ремня со шкивом	в
6	При движении ремня под нагрузкой его натяжение на ведущей ветви:	увеличивается на $F_t/2$;	а
		уменьшается на $F_t/2$;	б
		остается неизменным	в
7	Сила давления F_n на валы шкивов в ременной передаче определяется в зависимости от:	окружного усилия F_t ;	а
		предварительного натяжения ремня F_0 ;	б
		как от окружного усилия F_t так и предварительного натяжения ремня F_0	в
8	Если упругое скольжение отсутствует, это означает:	передача не перегружена, работает нормально;	а
		передача работает в холостую;	б
		передача перегружена	в
9	Коэффициент проскальзывания ε определяют по уравнению:	$\varepsilon = \frac{v_{НАБ} - v_{СБ}}{v_{НАБ}}$	а
		$\varepsilon = \frac{v_{СБ} - v_{НАБ}}{v_{СБ}}$	б
		$\varepsilon = \frac{v_{НАБ} - v_{СБ}}{v_{СБ}}$	в
10	В какой из ременных передач КПД может принимать наибольшее значение, равное $\eta=0,98$:	плоскоремненная;	а
		клиноремненная;	б
		поликлиноремненная	в
11	Разрушение ремня в подавляющем большинстве случаев происходит вследствие:	истирания рабочей поверхности;	а
		усталости материала ремня;	б
		перегрузки ременной передачи	в
12	При частичном буксовании (согласно кривых скольжения):	КПД η быстро повышается, коэффициент ε стремительно понижается;	а
		КПД η стремительно понижается, коэффициент ε стремительно повышается;	б
		КПД η линейно понижается, коэффициент ε линейно повышается.	в
13	Натяжной ролик устанавливают:	только в реверсивных передачах;	а
		на ведущей ветви ремня;	б
		на ведомой ветви ремня.	в
14	Для обеспечения центрирования плоского ремня:	поверхность шкива делают выпуклой;	а
		поверхность шкива делают вогнутой;	б
		поверхность ремня покрывают	в

		вулканизированной тканью.	
--	--	---------------------------	--

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответ	В	А	А	В	Б	А	Б	Б	Б	В	Б	Б	В	А

Тест 6 «Цепные передачи»

Выполнил _____ курсант

гр. _____

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Долговечность цепи при нормальных условиях эксплуатации составляет:	от 8 до 10 тыс. часов;	а
		от 10 до 12 тыс. часов	б
		от 12 до 15 тыс. часов	в
2	Цепная передача является альтернативой механической передачи:	ременной и цилиндрической зубчатой;	а
		только ременной;	б
		только цилиндрической зубчатой	в
3	Наиболее дорогостоящими являются цепи:	втулочные	а
		роликовые;	б
		зубчатые	в
4	С какой целью ведомая цепь должна располагаться внизу и провисать:	для создания предварительного натяжения цепи;	а
		во избежание подхватывания зубьями звездочек;	б
		для уменьшения нагрузки на валы звездочек	в
5	При проектном расчете цепной передачи шаг цепи t определяют из условия:	прочности;	а
		износостойкости;	б
		заданного числа пробегов цепи в секунду [U]	в
6	На выбор допускаемого давления в шарнире цепи $[p]$ в наибольшей степени влияет:	частота вращения меньшей звездочки;	а
		тип цепи;	б
		шаг цепи	в
7	При какой величине вытяжки длины цепи у нее удаляют соответствующее число звеньев:	при вытяжке в длину одного шага;	а
		при вытяжке в длину двух шагов;	б
		при вытяжке в длину четыре шага	в
8	Влияет ли передаточное число цепной передачи на выбор минимального числа зубьев ведущей звездочки z_1 :	да;	а
		нет;	б
		влияние мало	в
9	Шарнирное соединение между звеньями образуют:	ролик и втулка;	а
		ролик и валик;	б
		втулка и валик	в
10	Для открытой цепной передачи,	0,87...0,90;	а

	работающей при нормальных условиях КПД равен:	0,90...0,93;	б
		0,95...0,97	в

Тест 6 «Цепные передачи»

Выполнил _____ курсант

гр. _____

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	В приводной втулочной цепи отсутствует:	втулка;	а
		валик;	б
		ролик	в
2	В неответственных передачах применяют цепи:	втулочные;	а
		роликовые;	б
		зубчатые	в
3	Равномерному изнашиванию цепи способствует:	нечетное число звеньев цепи и зубьев звездочек;	а
		четное число звеньев цепи и зубьев звездочек;	б
		четное число зубьев цепи и нечетное зубьев звездочек	в
4	Во сколько раз усилие от провисания ведущей и ведомой ветви в горизонтальных цепных передачах больше чем в вертикальных:	в два раза;	а
		в три раза;	б
		в шесть раз	в
5	Увеличение скорости движения цепи повысит:	нагрузку на валы звездочек;	а
		натяжение в ведущей ветви;	б
		окружное усилие в передаче	в
6	Формулой $F_0 = k_f \cdot q \cdot a \cdot g$ определяют:	окружное усилие в передаче;	а
		усилие от провисания цепи;	б
		нагрузку на валы звездочек	в
7	При смене способа смазывания с непрерывного на периодический нагрузку на цепь:	нужно понизить;	а
		можно повысить;	б
		на несущую способность цепной передачи это не повлияет	в
8	По какой причине число зубьев ведомой звездочки z_2 (для приводной роликовой цепи) принимают не бóльшим 120:	значительный рост шума при набегании цепи на звездочку;	а
		повышенный износ шарниров цепи;	б
		соскакивание цепи со звездочки, когда цепь удлинена на величину менее двух шагов	в
9	Будет ли способствовать уменьшению давления в шарнире цепи применение натяжных	да;	а
		нет;	б
		да, но в случае использования натяжных	в

	устройств (отжимной звездочки, нажимного ролика):	устройств на ведущей ветви	
10	Значение шага t , полученного при проектном расчете следует:	округлять до целого в большую сторону;	а
		округлять до целого в меньшую сторону	б
		округлять в большую сторону до ближайшего стандартного числа	в

Ключи к тесту

Вариант 1

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	А	А	В	Б	Б	А	Б	А	В	Б

Вариант 2

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	В	А	В	В	Б	Б	А	В	А	В

Тест 7 Подшипники

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Участки вала для подшипников скольжения и качения соответственно называют:	цапфа и шип;	а
		шип и цапфа;	б
		цапфа и шейка.	в
2	По виду трения подшипники бывают:	качения и вращения;	а
		качения и скольжения	б
		движения и скольжения.	в
3	Область применения подшипников скольжения:	скорость вращения вала $n > 3000$ об/мин и ударные нагрузки;	а
		скорость вращения вала $n < 2000$ об/мин без ударных нагрузок;	б
		скорость вращения вала $n < 1000$ об/мин и ударные нагрузки.	в
4	Материал вкладыша подшипника скольжения:	пластик, латунь, чугун;	а
		сталь, дерево, пластик;	б
		сталь, чугун, резина.	в
5	Наиболее часты видом разрушения вкладыша подшипника скольжения является:	износ и раскалывание;	а
		износ и заедание;	б
		заедание и раскалывание.	в
6	Смазочные канавки должны располагаться:	выше нагрузочной зоны;	а
		под нагрузочной зоной;	б
		между нагрузочной и ненагрузочной зонами.	в

7	Для того, чтобы подшипник скольжения работал с наименьшими затратами энергии на трение, необходимо обеспечить жидкостное трение, для чего:	необходимо обеспечить допустимый зазор и консистенцию смазки;	а
		необходимо обеспечить допустимый зазор и выбрать соответствующий материал втулки;	б
		необходимо выбрать соответствующий материал втулки и частоту вращения вала $n < 3000$ об/мин.	в
8	В каком случае консистенция смазки указана верно:	жидкие ($n > 3000$), пластичные ($n \leq 3000$ и особые условия), твердые ($n < 2000$);	а
		жидкие ($n \leq 3000$ и особые условия), пластичные ($n > 3000$), твердые ($n < 2000$);	б
		жидкие (любое n , предпочтительно $n > 3000$), пластичные ($n < 2000$), твердые ($n \leq 2000$ и особые условия).	в
9	Смазка должна подаваться:	в ненагруженной зоне;	а
		в нагруженной зоне;	б
		со свободного торца подшипника	в
10	При запуске подшипника скольжения:	масляное кольцо переходит в масляный клин	а
		масляный клин переходит в масляное кольцо	б
		как при остановке, так и при вращении цапфа вала «купаются» в масляном кольце	в
11	Первые две цифры номера подшипника качения (справа налево):	умноженные на 5 определяют наружный диаметр подшипника;	а
		умноженные на 5 определяют внутренний диаметр подшипника	б
		определяют ширину подшипника.	в
12	Третья цифры номера подшипника качения (справа налево) обозначают:	серию;	а
		тип;	б
		конструктивные отличия модели подшипника от базовой модели.	в
13	Четвертая цифры номера подшипника качения (справа налево) обозначают:	серию;	а
		тип;	б
		конструктивные отличия модели подшипника от базовой модели	в
14	Упорный подшипник качения предназначен для:	восприятия радиальной нагрузки;	а
		восприятия как радиальной так и осевой;	б
		восприятия осевой нагрузки.	в
15	Сепаратор необходим для:	равномерного распределения тел качения по дорожке;	а
		восприятия и передачи нагрузки от наружного подшипника внутреннему;	б
		защиты подшипника качения от пыли.	в
16	Долговечность подшипника качения при нагрузке, соответствующей значению	1 млрд. оборотов;	а
		10 млн. оборотов	б
		1 млн. оборотов	в

	грузоподъемности, равна:		
17	Связь между долговечностью L, эквивалентной нагрузкой а подшипник R _э и динамической грузоподъемностью Cr определяется так:	$L = (Cr/R_{э})^{\alpha}$;	а
		$L = (R_{э}/Cr)^{\alpha}$;	б
		$Cr = (L/R_{э})^{\alpha}$	в
18	Эквивалентную нагрузку на подшипник качения вычисляют по формуле:	$R_{э} = (X \cdot Y \cdot R_r + R_a) / K_B$	а
		$R_{э} = (X \cdot R_r + R_a \cdot Y) \cdot K_B$	б
		$R_{э} = (R_r + R_a \cdot X \cdot Y) + K_B$	в
19	Твердость тел и колец подшипника качения должна соответствовать значениям	HB 300...350;	а
		HB 500...550;	б
		HRC 61...63.	в
20	Какой вид разрушения подшипников качения наиболее распространен:	раскалывание колец;	а
		разрушение сепаратора;	б
		усталостное выкрашивание дорожек и тел качения	в
21	Как смонтировать подшипник на вал:	ударами по наружному кольцу через промежуточное кольцо;	а
		ударами по внутреннему с использованием промежуточного кольца;	б
		непосредственными ударами по внутреннему кольцу.	в
22	Демонтаж подшипников качения с вала осуществляют с помощью:	предварительно нагрев вал, ударами по внутреннему кольцу;	а
		предварительно нагрев подшипник, посредством трехлапчатого винта;	б
		предварительно нагрев подшипник, ударами по наружному кольцу.	в
23	Монтаж радиально-упорных подшипников качения по способу «враспор» и «врастяжку» означает, что:	осевые силы, возникающие от самих подшипников качения, скомпенсированы. При этом, если «враспор» - участок вала между подшипниками сжат, а «врастяжку» - участок вала растянут;	а
		осевые силы, возникающие от самих подшипников качения, не скомпенсированы. При этом, если «враспор» - участок вала между подшипниками сжат, а «врастяжку» - участок вала растянут;	б
		осевые силы, возникающие от самих подшипников качения, скомпенсированы. При этом, если «враспор» - участок вала между подшипниками растянут, а «врастяжку» - участок вала сжат.	в
24	Пригодность подшипника качения устанавливают по условию:	рабочее число оборотов должно быть меньше допустимого числа оборотов, т.е. $n_{об} \leq 1$ млн. оборотов;	а
		эквивалентная нагрузка должна быть	б

	меньше динамической грузоподъемности, т.е. $R_{Э} \leq C_R$;	
	рабочая грузоподъемность должна быть меньше динамической грузоподъемности, т.е. $C_{Рраб} \leq C_R$.	В

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ответ	А	Б	А	А	Б	А	Б	В	А	Б	Б	А

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Б	В	А	В	А	Б	В	В	Б	Б	А	В

Тест 8 Разъемные и неразъемные соединения деталей машин

Выполнил _____ курсант

гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	На какие виды делят соединения деталей машин?	разъемные и сварочные;	а
		подвижные и неразъемные;	б
		разъемные и неразъемные.	в
2	К неразъемным видам соединений относят:	сварочные, шпоночные, клеевые;	а
		сварочные, заклепочные, клеевые;	б
		сварочные, заклепочные, болтовые.	в
3	К разъемным соединениям относят:	соединение муфтами, болтовое, шлицевое;	а
		соединение муфтами, клеевое, шпоночное;	б
		сварочное, болтовое, шпоночное	в
4	Муфты предназначены для соединения:	шкивов;	а
		валов;	б
		зубчатых колес.	в
5	По принципу работы различают муфты:	упругие, постоянные, самоустанавливающиеся;	а
		постоянные, жесткие, сцепные.	б
		постоянные, сцепные, самоустанавливающиеся.	в
6	Какую муфту можно соединить и разъединить при вращающихся валах («на ходу»)	продольно - свёртную;	а
		кулачковую;	б
		фрикционную.	в
7	Какой параметр рассчитывают для подбора муфты по соответствующему стандарту:	вращающий момент;	а
		материала полумуфт	б
		наружный диаметр полумуфт	в
8	В болтовом соединении должны присутствовать:	болт, шпонка, гайка;	а
		болт, шайба, гайка;	б

		болт, шайба, шпонка.	в
9	Внахлестку, тавровое, угловое, стыковое – это разновидности:	сварочных соединений;	а
		заклепочных соединений;	б
		болтовых соединений.	в
10	В шпоночном соединении должны участвовать:	вал, шпонка, шайба;	а
		болт, шпонка, ступица;	б
		вал, шпонка, ступица.	в
11	Для каких видов соединений обязательно необходимо сквозное отверстие в соединяемых деталях:	болтовых;	а
		шпилечных	б
		шпоночных	в
12	В чем отличие шлица от шпонки:	шлиц выполнен заодно с валом и шлицов на валу не более двух;	а
		шлиц выполнен заодно с валом и шлицов на валу может быть четыре и более;	б
		шлиц, как и шпонка, вставлен в паз на валу и шлицов может быть четыре и более	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ответ	в	б	а	б	в	в	а	б	а	в	а	б

РАЗДЕЛ 4 ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ СТАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Тема 4.1. Общие законы статики и динамики жидкостей

Тест 1 «Гидростатика»

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Что называют гидростатическим давлением?	Сила тяжести столба жидкости высотой h отнесенная к единице площади	а
		Масса столба жидкости высотой h отнесенная к единице площади	б
		Объем столба жидкости высотой h отнесенный к единице площади	в

2	Укажите правильные единицы измерения величин, входящих в уравнение гидростатического давления $p = \rho \cdot g \cdot h$,) p - давление (кг/м ³), ρ - плотность жидкости (м/с ²), g - ускорение свободного падения (Па) h - высота столба жидкости (м)	а
		p - давление (м/с ²), ρ - плотность жидкости (Па), g - ускорение свободного падения (м), h - высота столба жидкости (кг/м ³)	б
		p - давление (Па), ρ - плотность жидкости (кг/м ³), g - ускорение свободного падения (м/с ²), h - высота столба жидкости (м)	в
3	Укажите формулировку закона Архимеда	Давление столба жидкости одинаково по всем направлениям	а
		На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу жидкости, вытесненной данным телом	б
		Полное гидростатическое давление в данной точке жидкости равно алгебраической сумме давлений окружающей среды и столба жидкости.	в
4	Укажите формулировку закона Паскаля	Давление столба жидкости одинаково по всем направлениям	а
		На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу жидкости, вытесненной данным телом	б
		Полное гидростатическое давление в данной точке жидкости равно алгебраической сумме давлений окружающей среды и столба жидкости.	в
5	Устройство, показывающее превышение давления в данной точке жидкости над давлением окружающей среду, называют	вакуумметром	а
		манометром	б
		трубкой Пито	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5
Ответ	А	В	Б	А	Б

Тест 2 «Гидродинамика»

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Уравнение неразрывности потока жидкости записывают так	$Q_1 = Q_2 = v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2$;	а
		$Q_1 = Q_2 = v_1 / S_1 = v_2 / S_2$;	б
		$Q_1 \neq Q_2 \neq v_1 \cdot S_1 \neq v_2 \cdot S_2$	в

2	Укажите уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости	$Z_1 + P_1/(\rho \cdot g) + v_1^2/2g = Z_2 + P_2/(\rho \cdot g) + v_2^2/2g \cdot (\xi_{\text{пут}} + \sum \xi_{\text{мест}})$	а
		$Z_1 + P_1/(\rho \cdot g) + v_1^2/2g = Z_2 + P_2/(\rho \cdot g) + v_2^2/2g$	б
		$N = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h$	в
3	Укажите уравнение Бернулли для потока реальной жидкости	$Z_1 + P_1/(\rho \cdot g) + v_1^2/2g = Z_2 + P_2/(\rho \cdot g) + v_2^2/2g \cdot (\xi_{\text{пут}} + \sum \xi_{\text{мест}})$	а
		$Z_1 + P_1/(\rho \cdot g) + v_1^2/2g = Z_2 + P_2/(\rho \cdot g) + v_2^2/2g$	б
		$N = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h$	в
4	Полезную мощность насоса определяют по уравнению	$Q = v \cdot S;$	а
		$N = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h;$	б
		$p = \rho \cdot g \cdot h$	в
5	Турбулентным будет поток жидкости при числе Рейнольдса	$Re \leq 2300;$	а
		$2300 \leq Re \leq 4000 ;$	б
		$Re \geq 4000$	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5
Ответ	А	Б	А	Б	В

Тема 4.2 Общие законы статики и динамики газов. Основные законы термодинамики

Тест 1 Термодинамика

Выполнил _____ курсант
гр. _____

№ п/п	Вопрос	Ответ	Код
1	Какой газ называют идеальным?	Газ, который не сжимаем	а
		Газ, на который не распространен закон Авогадро	б
		Газ, в котором отсутствуют связи между молекулами (Ван-ДерВаальсовы силы)	в
2	Один моль газа при нормальных условиях занимает объем 22,4 л – это закон	Паскаля	а
		Авогадро	б
		Менделеева-Клайперона	в
3	Массу газа определяют по уравнению	Паскаля	а
		Авогадро	б
		Менделеева-Клайперона	в
4	Какие параметры газа называют термическими, а какие калорическими?	Давление, температура, объем – термические; внутренняя энергия, энтальпия, энтропия – калорические	а
		Давление, температура, объем – калорические; внутренняя энергия, энтальпия, энтропия – термические	б
		Давление, объем – термические;	в

		температура, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия – калорические	
5	Параметры газа объем, энтальпия, энтропия, называют удельными, если относятся к:	1 кг массы газа;	а
		1 м ³ газа;	б
		1 моллю газа	в
6	Связь между удельной R и универсальной R _μ газовой постоянной?	$R_{\mu} = R / \mu$;	а
		$R = R_{\mu} \cdot \mu$;	б
		$R = R_{\mu} / \mu$	в
7	Как определить абсолютную величину температуры и давления газа?	абсолютная температура $T = 273,15 - t$ абсолютное давление $P = P_{атм} + P_{изб}$	а
		абсолютная температура $T = 273,15 + t$ абсолютное давление $p = P_{атм} - P_{изб}$	б
		абсолютная температура $T = 273,15 + t$ абсолютное давление $P = P_{атм} + P_{изб}$	в
8	Как называют термодинамические процессы в которых постоянны, температура, давление, объем газа?	при постоянной температуре – изохорный, при постоянном объеме- изотермический, при постоянной давлении– изобарный	а
		при постоянной температуре – изотермический, при постоянном объеме– изохорный, при постоянной давлении– изобарный	б
		при постоянной температуре – изобарный, при постоянном объеме- изотермический, при постоянной давлении– изохорный	в
9	Если в результате термодинамического процесса теплота от газа не отводилась и не подводилась, то такой процесс называют?	условным;	а
		неэффективным	б
		адиабатным	в
10	Как формулируется первый закон термодинамики?	Теплоту, полученную в термодинамическом процессе с газом, невозможно полностью превратить в полезную работу, часть этой теплоты должна быть отдана окружающей среде.	а
		Теплота, полученная в термодинамическом процессе с газом, идет на совершение полезной работы и изменение внутренней энергии	б
		При стремлении абсолютной температуры газа к нулю, также стремиться к нулю энтропия	в
11	Как формулируется второй закон термодинамики?	Теплоту, полученную в термодинамическом процессе с газом, невозможно полностью превратить в полезную работу, часть этой	а

		теплоты должна быть отдана окружающей среде.	
		Теплота, полученная в термодинамическом процессе с газом, идет на совершение полезной работы и изменение внутренней энергии	б
		При стремлении абсолютной температуры газа к нулю, также стремиться к нулю энтропия	в
12	Как формулируется третий закон термодинамики?	Теплоту, полученную в термодинамическом процессе с газом, невозможно полностью превратить в полезную работу, часть этой теплоты должна быть отдана окружающей среде.	а
		Теплота, полученная в термодинамическом процессе с газом, идет на совершение полезной работы и изменение внутренней энергии	б
		При стремлении абсолютной температуры газа к нулю, также стремиться к нулю энтропия	в

Ключи к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ответ	В	Б	В	А	А	В	В	Б	В	Б	А	В

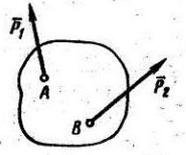
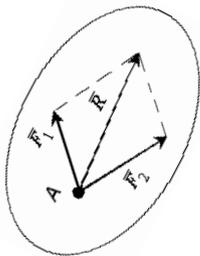
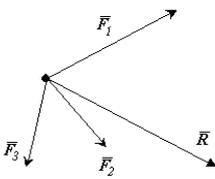
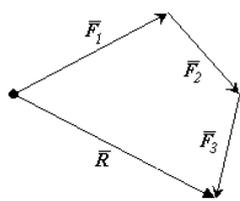
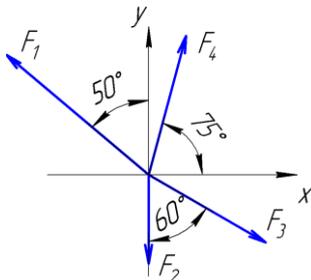
Практические занятия

№ работы	Название работы
Практическая занятие №1	Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил.
Практическая занятие №2	Определение реакций опор и моментов заземления.
Практическая занятие №3	Определение положения центра тяжести плоской фигуры сложной геометрической формы опытным путём.
Практическая занятие №4	Определение центра тяжести плоской фигуры сложной формы расчётным путем.
Практическая занятие №5	Применение законов кинематики движения точки и твердых тел. Определение скоростей и ускорений материальных точек, движущихся поступательно и вращательно.
Практическая занятие №6	Применение законов динамики в динамических расчётах. Решение задач динамики.
Практическая занятие №7	Проверочные расчёты по сопротивлению материалов. Расчёт элементов конструкции на прочность при растяжении и сжатии.
Практическая занятие №8	Проверочные расчёты по сопротивлению материалов. Геометрические характеристики плоских сечений. Статический момент площади сечения. Центробежный и осевые моменты инерции. Полярный момент инерции сечения.
Практическая занятие №9	Проверочные расчёты по сопротивлению материалов. Построение эпюр крутящих моментов и определение диаметра вала из условия прочности и жесткости на кручение.
Практическая занятие №10	Определение внутренних напряжений в деталях машин и элементах конструкций. Определение модуля сдвига при испытании образца на кручение.
Практическая занятие №11	Проверочные расчёты по сопротивлению материалов. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов по характерным точкам и определение размеров поперечных сечений балок при прямом поперечном изгибе.
Практическая занятие №12	Определение внутренних напряжений в деталях машин и элементах конструкций. Определение прогиба балки при прямом поперечном изгибе опытным путем.

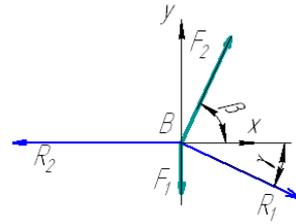
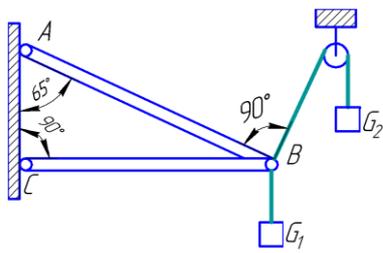
Практическая занятие №13	Проверочные расчёты по сопротивлению материалов. Расчёт элементов конструкций на устойчивость: расчёт стержня, нагруженного продольной силой.
Практическая занятие №14	Определение внутренних напряжений в деталях машин и элементах конструкций. Определение критической силы при продольном изгибе опытным путем.
Практическая занятие №15	Проверочные расчёты по деталям машин. Прямозубая цилиндрическая передача. Кинематический и геометрический расчет. Виды разрушения зубьев.
Практическая занятие №16	Анализ функциональных возможностей механизмов и области их применения. Составление кинематических схем и структурный анализ плоских рычажных механизмов по Ассуре. Расчёт подвижности механизма.
Практическая занятие №17	Проверочные расчёты по деталям машин. Валы и оси: применение классификация, элементы конструкции валов и осей, материалы. Проектировочный и проверочный расчёты валов.
Практическая занятие №18	Проверочные расчёты по деталям машин. Определение передаточного отношения, кинематический расчёт многоступенчатого привода.
Практическая занятие №19	Проверочные расчёты по деталям машин. Расчёт заклёпочного соединения.
Практическая занятие №20	Проверочные расчёты по деталям машин. Основы расчёта на прочность болтов при постоянной нагрузке. Шпоночные соединения, расчёт на срез призматической шпонки.
Практическая занятие №21	Проверочные расчёты по деталям машин. Расчёт сварного соединения.
Практическая занятие №22	Расчёт потерь напора в трубопроводе

Творческие задания к практическим занятиям

Задание	Ответ
РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	
Тема 1.1 Основные понятия, законы и модели механики	
Задание 1. К двум различным точкам, твердого тела (рисунок) приложены две непараллельные, но действующие в одной плоскости силы. Примените правило параллелограмма для сложения этих сил	Задание 1

	
<p>Задание 2 Покажите графически, как можно с помощью силового многоугольника найти вектор равнодействующей силы R для силовой схемы состоящей из сил $F_1 F_2 F_3$.</p> 	<p>Задание 2</p> 
<p>Задание 3 Найти аналитически модуль равнодействующей силы R для заданной силовой схемы (проекционным способом) $F_1=440 \text{ Н}, F_2=210 \text{ Н}, F_3=320 \text{ Н}, F_4=340 \text{ Н}$</p> 	<p>Задание 3 (решение) проекции сил $F_1 F_2 F_3 F_4$ на ось x $F_{1X} = F_1 \cdot \cos(40^\circ) = 440 \cdot 0,766 = 337 \text{ Н};$ $F_{2X} = F_2 \cdot \cos(90^\circ) = 210 \cdot 0 = 0$ $F_{3X} = F_3 \cdot \cos(30^\circ) = 320 \cdot 0,866 = 277,1 \text{ Н};$ $F_{4X} = F_4 \cdot \cos(75^\circ) = 340 \cdot 0,259 = 88 \text{ Н}$ проекции сил $F_1 F_2 F_3 F_4$ на ось y $F_{1Y} = F_1 \cdot \sin(40^\circ) = 440 \cdot 0,643 = 283 \text{ Н};$ $F_{2Y} = F_2 \cdot \sin(90^\circ) = 210 \cdot 1 = 210 \text{ Н};$ $F_{3Y} = F_3 \cdot \sin(30^\circ) = 320 \cdot 0,5 = 160 \text{ Н};$ $F_{4Y} = F_4 \cdot \sin(75^\circ) = 340 \cdot 0,966 = 328,4 \text{ Н}$ Модуль равнодействующей силы $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{28^2 + 241,4^2} = 243 \text{ Н}$, где R_x и R_y проекции равнодействующей силы на оси $R_x = \sum F_x = \pm F_{1X} \pm F_{2X} \pm F_{3X} \pm F_{4X} =$ $= -337 + 0 + 277 + 88 = 28 \text{ Н}$ $R_y = \sum F_y = \pm F_{1Y} \pm F_{2Y} \pm F_{3Y} \pm F_{4Y} =$ $= 283 - 210 - 160 + 328,4 = 241,4 \text{ Н}$</p>
<p>Задание 4 Аналитически (составив уравнения равновесия) и графически (с помощью силового многоугольника) определить реакции R_1 и R_2, возникающие соответственно в стержнях AB и CB. В шарнире B крепятся два каната, к которым привязаны грузы весом $G_1 = 300 \text{ Н}$ и G_2</p>	<p>Задание 4 Аналитический способ 1 Ставим активные силы F_1 и F_2 к канатам и реактивные силы R_1 и R_2 вдоль стержней AB и CB; 2 Чертим силовую схему следует оставить только узловую точку B, активные (F_1, F_2) и реактивные (R_1, R_2) силы, поставить оси координат x и y, а также острые углы наклона векторов F_1, F_2, R_1, R_2 к оси x ($\alpha=90^\circ$ для $F_1, \beta=65^\circ$ для $F_2, \gamma=25^\circ$ для $R_1, \varphi=0^\circ$ для R_2).</p>

=130 Н



3 Определяем проекции сил

на ось x

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos(\alpha) = 130 \cdot \cos(90) = 130 \cdot 0 = 0$$

$$F_{2x} = F_2 \cdot \cos(\beta) = 300 \cdot \cos(65) = 300 \cdot 0,422 = 126,6 \text{ кН}$$

$$R_{1x} = R_1 \cdot \cos(\gamma) = R_1 \cdot \cos(25) = R_1 \cdot 0,906$$

$$R_{2x} = R_2 \cdot \cos(\varphi) = R_2 \cdot \cos(0) = R_2 \cdot 1 = R_2$$

на ось y

$$F_{1y} = F_1 \cdot \cos(90 - \alpha) = F_1 \cdot \cos(0) = 130 \cdot 1 = 130 \text{ кН}$$

$$F_{2y} = F_2 \cdot \cos(90 - \beta) = F_2 \cdot \cos(25) = 300 \cdot 0,906 = 271,8 \text{ кН}$$

$$R_{1y} = R_1 \cdot \cos(90 - \gamma) = R_1 \cdot \cos(65) = R_1 \cdot 0,422$$

$$R_{2y} = R_2 \cdot \cos(90 - \varphi) = R_2 \cdot \cos(90) = R_2 \cdot 0 = 0$$

4 Составляем два уравнения равновесия

$$\sum F_{ix} = \pm F_{1x} \pm F_{2x} \pm R_{1x} \pm R_{2x} = 0 + 126,6 +$$

$$R_1 \cdot 0,906 - R_2 = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_{iy} = \pm F_{1y} \pm F_{2y} \pm R_{1y} \pm R_{2y} = -130 + 271,8 -$$

$$R_1 \cdot 0,422 + 0 = 0 \quad (2)$$

5. Реакции в стержнях (из уравнения (1) и (2) определяем неизвестные реакции R_1 и R_2)

$$\text{реакция } R_1 = (271,8 - 130) / 0,422 = 336 \text{ кН}$$

$$\text{реакция } R_2 = 126,6 + R_1 \cdot 0,906 = 126,6 + 336 \cdot 0,906 = 126,6 + 304,42 = 431 \text{ кН}$$

Графический способ

1 Масштаб построения и длины векторов

а) Определяем наибольшее значение силы $F_{\max} = 300 \text{ кН}$ [F_1 или F_2];

б) Назначаем длину вектора наибольшей силы $L_{\max} = 30 \text{ мм}$ [от 10 до 100 мм];

в) Определяем масштаб построения силового многоугольника

$$M = F_{\max} / L_{\max} = 300 / 30 = 10 \text{ кН/мм}$$

г) Определяем длину вектора F_1 :

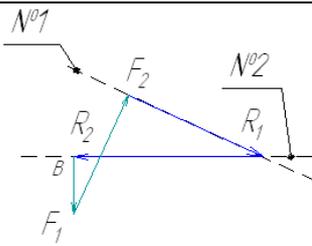
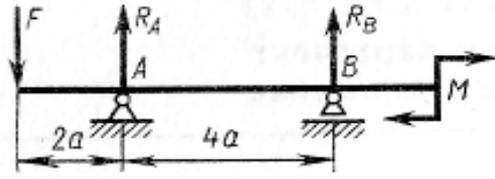
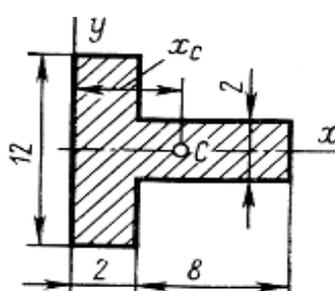
$$L_1 = F_1 / M = 130 / 10 = 13 \text{ мм}$$

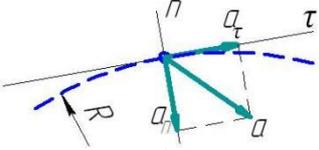
д) Определяем длину вектора F_2 :

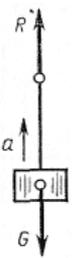
$$L_2 = F_2 / M = 300 / 10 = 30 \text{ мм}$$

2 Силовой многоугольник

Начертить вектор F_1 [длиной L_1] → от конца вектора F_1 вычертить вектор F_2 [длиной L_2] → из конца вектора F_2 провести линию №1 под наклоном реакции R_1 → через начало F_1 провести линию №2 под наклоном реакции R_2 → [пересечение линий №1 и №2 – это конец реакции R_1 и начало реакции R_2] → навести вектора реакций R_1 и R_2 [конец вектора R_2 совпадает с началом вектора F_1]

	 <p>3 Определяем длины отрезков длина отрезка реакций R_1 : $L_{R1} = 34$ мм; длина отрезка реакций R_2 : $L_{R2} = 43$ мм; 4 Реакции в стержнях реакция $R_1 = L_{R1} \cdot M = 34 \cdot 10 = 340$ кН; реакция $R_2 = L_{R2} \cdot M = 43 \cdot 10 = 430$ кН</p>
<p>Задание 5 Составить два уравнения равновесия 1) $\sum \pm M_A(F_i) \pm M = 0$ – сумма моментов относительно точки А 2) $\sum \pm M_B(F_i) \pm M = 0$ сумма моментов относительно точки В Помня о правиле знаков «+» если движение F или вращение M по часовой, «-» в обратном случае Задание 2. найти неизвестные реакции R_A и R_B, из составленных уравнений равновесия если $F=300$ Н, $M=150$ Н·м, $a=2$ м</p> 	<p>Задание 5 сумма моментов для точки А $-R_B \cdot 4a - F \cdot 2a + M = 0$ Из этого равенства находим $R_B = (-F \cdot 2a + M) / 4a = (-300 \cdot 2 \cdot 2 + 150) / (4 \cdot 2) = -131,25$ Н сумма моментов для точки В $+R_A \cdot 4a - F \cdot 6a + M = 0$ Из этого равенства находим R_A $R_A = (F \cdot 6a - M) / 2a = (300 \cdot 6 \cdot 2 - 150) / (4 \cdot 2) = 431,25$ Н Проверка $+R_A + R_B - F = 431,25 + (-131,25) - 300 = 0$</p>
<p>Задание 6 Определение центра тяжести Определить координату X_c центра тяжести С площади таврового сечения (размеры в сантиметрах)</p> 	<p>Задание 6 1 Ставим оси x и y 2 Разделяем пластину на простые фигуры: прямоугольник - №1, прямоугольник - №2 3 Определяем площади простых фигур $+A_1 = +b \cdot h = +2 \cdot 12 = +24 \text{ см}^2$, $+A_2 = +l \cdot c = +8 \cdot 2 = +16 \text{ см}^2$ Если есть вырезаемые фигуры (отверстия), то площадь принимаем со знаком « - » (минус); 4 Определяем координаты центра тяжести простых фигур и отмечаем полученные точки на схеме пластины первая фигура - С1 ($x_1 = 1$ см, $y_1 = 0$ см); вторая - С2 ($x_2 = 6$ см, $y_2 = 0$ см); 5 Определяем координаты центра тяжести пластины по формулам: $x_c = \frac{\sum x_i \cdot A_i}{\sum A_i} = \frac{x_1 \cdot A_1 + x_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2} = \frac{1 \cdot 24 + 6 \cdot 16}{24 + 16} = 3 \text{ см}$</p>

	$y_c = \frac{\sum y_i \cdot A_i}{\sum A_i} = \frac{y_1 \cdot A_1 + y_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2} = \frac{0 \cdot 24 + 0 \cdot 16}{24 + 16} = 0$
Тема 1.2. Кинематика	
Задание 1 Определить вид движения точки и ее полное ускорение a , если известны касательное a_τ и центростремительное a_n ускорение 	Задание 1 а) При $a_\tau = 6 \text{ м/с}^2 > 0$ движение равноускоренное, при $a_n = 0 \text{ м/с}^2$ движение прямолинейное $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = \sqrt{6^2 + 0^2} = 6 \text{ Н}$ б) при $a_\tau = -5 \text{ м/с}^2 < 0$ движение равнозамедленное, $a_n = 10 \text{ м/с}^2$ движение криволинейное $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = \sqrt{(-5)^2 + 10^2} = 11,18 \text{ Н}$
Задание 2 Определить касательное ускорение a_τ при неравномерном движении точки $s = t + 0,3 \cdot t^2$ $s = 4,9 \cdot t^2$	Задание 2 $a_\tau = s''$ $s' = 1 + 0,6 \cdot t, s'' = 0,6 \text{ м/с}^2$ $s' = 9,8 \cdot t, s'' = 9,8 \text{ м/с}^2$
Задание 3 Определить высоту вертикального перемещения точки s , если известно, что ее движение равноускоренное и известны $a_\tau = g = 9,81 \text{ м/с}^2$, время перемещения t и начальная скорость v_0 $t = 5 \text{ сек}, v_0 = 0,5 \text{ м/с}$	Задание 3 $s = ?$, $a_\tau = g = 9,81 \text{ м/с}^2, t = 5 \text{ сек}, v_0 = 0,5 \text{ м/с}$ $S = v_0 t + a_\tau t^2 / 2 =$ $= 0,5 \cdot 5 + 9,81 \cdot 5^2 / 2 = 127 \text{ м}$

Тема 1.3. Динамика преобразования энергии в механическую работу	
 Задание 1 Груз весом G , подвешенный на нити, поднимается вверх. Реакция нити R . Дано $G = 400 \text{ Н}, R = 480 \text{ Н}$ Запишите формулу динамики тела и определите ускорение a груза	Задание 1 $m \cdot \vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum \vec{F}_i$ $m = G/g$ тогда $a = \frac{R - G}{m} = \frac{480 - 400}{400/10} = 2 \text{ м/с}^2$

<p>Задание 2 Определить мощности Р на валах приводов. Схема сборки привода № 1 двигатель [вал №I]– муфта – [вал №II] закрытая передача [вал №III] – открытая передача – [вал №IV] рабочая машина Схема сборки привода № 2 двигатель [вал №I] –открытая передача – [вал №II] закрытая передача [вал №III] – муфта – [вал №IV] рабочая машина правило [вал А] – передача (муфта) и подшипник - [вал В] [мощность Р_В на валу В] = - [мощность Р_А на валу А] КПД передачи (муфта) · КПД подшипника где $\eta_{зп} = 0,96$ - КПД закрытой передачи, $\eta_{оп} = 0,94$ - КПД открытой передачи, $\eta_{м} = 0,98$ - КПД муфты, $\eta_{пк} = 0,99$ - КПД пары подшипников качения (в редукторе две пары подшипников качения - на быстроходном и тихоходном валу) $\eta_{пс} = 0,98$ - КПД пары подшипников скольжения (установлены на приводном валу рабочего механизма) Задание 2 определить общий КПД привода</p>	<p>Задание 2 Мощность на валу №I двигателя $P_I = P_{дв}$ Мощность на валу №II быстроходного вала $P_{II} = P_I \cdot \eta_{м} \cdot \eta_{пк}$ (Схема №1) $P_{II} = P_I \cdot \eta_{оп} \cdot \eta_{пк}$ (Схема №2) Мощность на валу №III тихоходного вала $P_{III} = P_{II} \cdot \eta_{зп} \cdot \eta_{пк}$ (Схема №1) $P_{III} = P_{II} \cdot \eta_{зп} \cdot \eta_{пк}$ (Схема №2) Мощность на валу №IV рабочего механизма $P_{IV} = P_{III} \cdot \eta_{оп} \cdot \eta_{пс}$ (Схема №1) $P_{IV} = P_{III} \cdot \eta_{м} \cdot \eta_{пс}$ (Схема №2) В приводе все передачи (открытая и закрытая) и узлы (подшипники качения и скольжения, муфта) соединены последовательно. При последовательном соединении элементов коэффициент полезного действия определяют по уравнению: $\eta_{общ} = \eta_{зп} \cdot \eta_{оп} \cdot \eta_{м} \cdot \eta_{пк}^2 \cdot \eta_{пс}$</p>
<p>РАЗДЕЛ 2. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ</p>	
<p>Тема 2.1. Методика расчёта элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформаций. Определение внутренних напряжений в деталях машин и элементах конструкций. Проверочные расчёты по сопротивлению материалов</p>	

Задание 1

Какие внутренние силовые факторы возникают в сечении каждого из брусьев, нагруженных, как показано на рисунке 1, а–е?

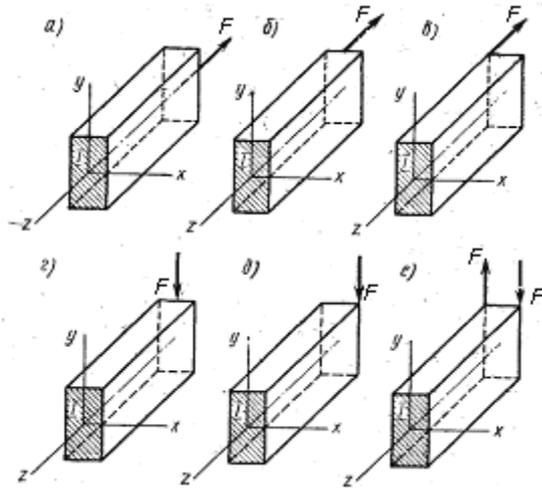


Рисунок 1

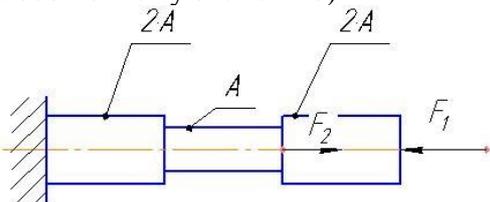
Задание 2

С какими внутренними силовыми факторами связано возникновение в поперечном сечении бруса нормальных σ напряжений и с какими – касательных напряжений τ ?

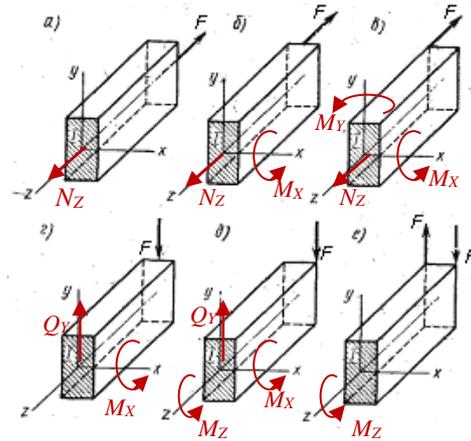
Задание 3

Растяжение (сжатие), сдвиг и кручение
Задан ступенчатый стержень, нагруженный силами $F_1=60$ кН и $F_2=80$ кН. Требуется:

- построить эпюру продольных сил N_Z ;
- определить максимальное значение продольной силы (по абсолютному значению)
- построить эпюру нормальных напряжений σ_Z при $A=400$ мм²;
- определить максимальное значение нормального напряжения σ_{\max} (по абсолютному значению)



Задание 1



Задание 2

С возникновением нормальных σ напряжений связаны внутренние силовые факторы –

- M_Z продольная сила
- M_X изгибающий момент относительно оси X
- M_Y изгибающий момент относительно оси Y

С возникновением касательных напряжений τ связаны внутренние силовые факторы –

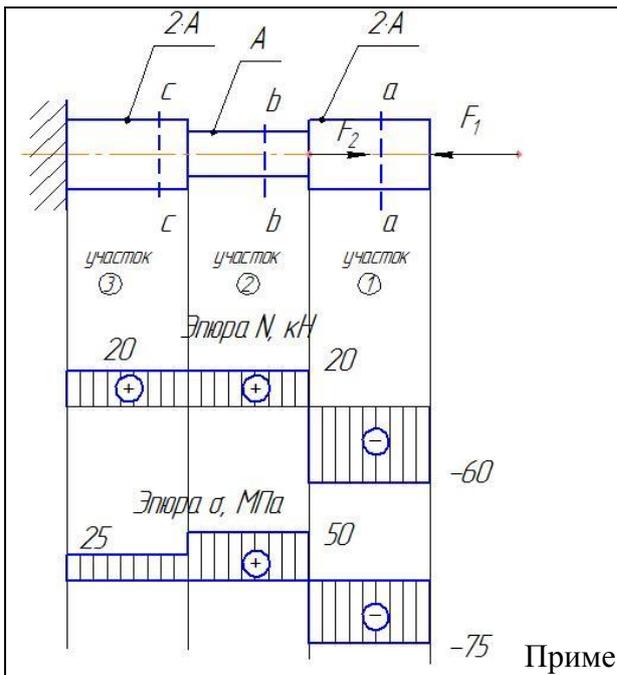
- Q_Y и Q_X поперечная сила
- M_Z крутящий момент относительно оси Z

а) построить эпюру продольных сил N_Z ;
Делим брус на три участка (рисунок). Для определения продольной силы N_Z на каждом участке с использованием метода РОЗУ (разрезать, отбросить, заменить, уравновесить) ставим сечения а-а, б-б, с-с и определяем в каждом из них значения продольной силы продольных сил N_Z , как алгебраическую сумму всех сил действующих по правую сторону от сечения:

Первый участок $N_I = -F_1 = \dots$ кН; второй участок $N_{II} = -F_1 + F_2 = \dots$ кН; третий участок $N_{III} = \dots$ кН
По значениям строим эпюру продольных сил

б) определить максимальное значение продольной силы (по абсолютному значению)
 $N_{\max} = N_I = \dots$ кН

в) построить эпюру нормальных напряжений σ_Z , при $A=400$ мм²;



Определяем значения нормальных напряжений на каждом участке, как отношение продольной силы к площади поперечного сечения соответствующего участка:
 Первый участок $\sigma_{ZI} = N_I / (2A) = \dots$ МПа
 второй участок $\sigma_{ZII} = N_{II} / (A) = \dots$ МПа
 третий участок $\sigma_{ZIII} = \dots$ МПа
 По значениям строим эпюру нормальных напряжений.
 г) определить максимальное значение нормального напряжения $\sigma_{\max} = \dots$ МПа

р эпюр

Задание 4 Изгиб

Определить значения поперечной силы и изгибающего момента в сечении I согласно рисунка 1 и , если
 рисунок 1: $F=2 \text{ кН}$, $z_1=2,5 \text{ м}$
 рисунок 2: $q=2 \text{ кН/м}$, $z_1=1,5 \text{ м}$

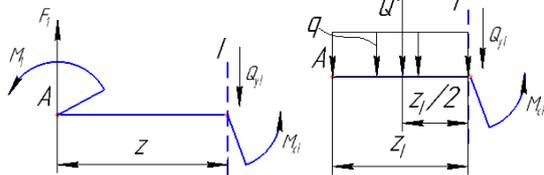


Рисунок 1

Рисунок 2

Вывод (записать и выбрать в скобках правильный ответ)

Применяя метод РОЗУ для балки, к которой приложена сосредоточенная сила и и изгибающий момент, выяснили, что

- 1) Уравнение поперечной силы $Q_{yI} \pm F_1 = -F_1$ – это (линейное уравнение / уравнение, не зависящее от переменной z)
- 2) Уравнение изгибающего момента $M_{xI} = (-F \cdot z_1) + (-M_1)$ – это (линейное уравнение / уравнение, не зависящее от переменной z)

Применяя метод РОЗУ для балки, к которой приложена равномерно-распределенная нагрузка, выяснили, что

- 3) Уравнение поперечной силы $Q_{yI} = -q \cdot z_1$ – это (уравнение параболы / линейное уравнение)

Задание 4

Рисунок 1

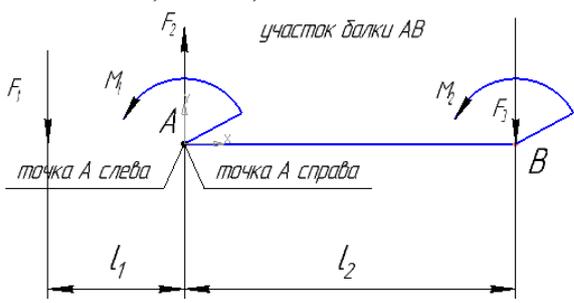
Уравнение поперечной силы
 $Q_{yI} \pm F_1 = -F_1$ – это уравнение независящее от переменной z
 Уравнение изгибающего момента $M_{xI} = (-F \cdot z_1) + (-M_1)$ – это линейное уравнение

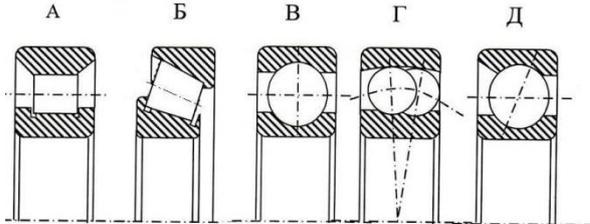
Рисунок 2

Применяя метод РОЗУ для балки, к которой приложена равномерно-распределенная нагрузка, выяснили, что

Уравнение поперечной силы
 $Q_{yI} = -q \cdot z_1$ – это линейное уравнение
 Уравнение изгибающего момента $M_{xI} = -q \cdot (z_1)^2 / 2$ – это уравнение параболы

для рисунка 2 $M_{xA}^{ПРАВ} = M_{xA}^{ЛЕВ}$

<p>4) Уравнение изгибающего момента $M_{X1} = -q \cdot (z_1)^2 / 2$ – это (уравнение параболы / линейное уравнение)</p>	
<p>Задание 5 Определить значения поперечной силы и изгибающего момента 1) для рисунка 3, в точке В слева и справа, если $F_1 = 100 \text{ Н}, F_2 = 200 \text{ Н}, F_3 = 300 \text{ Н}, M_1 = 100 \text{ Нм}, M_2 = 200 \text{ Нм}, l_1 = 1 \text{ м}, l_2 = 2 \text{ м}$</p>  <p>2) для рисунка 4 в точке В слева и справа, если $q = 2 \text{ кН/м}, l = 1,5 \text{ м}, l_1 = 2,5 \text{ м}$</p>	<p>Задание 5 1) Значения поперечной силы и изгибающего момента в точке В $Q_{YB}^{JEB} = \pm F_1 \pm F_2 = -F_1 + F_2 =$ $M_{XB}^{JEB} = (\pm F_1 \cdot (l_1 + l_2)) + (\pm F_2 \cdot l_2) +$ $+ (\pm M_1) = (-F_1 \cdot (l_1 + l_2)) +$ $+ (+F_2 \cdot l_2) + (-M_1) =$ $Q_{YB}^{IPAB} = \pm F_1 \pm F_2 \pm F_3 = \dots$ $M_{XB}^{IPAB} = (\pm F_1 \cdot (l_1 + l_2)) + (\pm F_2 \cdot l_2) +$ 2) На $+ (\pm M_1) + (\pm M_2) = \dots$ рисунке 2 значения поперечной силы и изгибающего момента в точках $Q_{YA}^{JEB} = \pm Q' = -Q' = -q \cdot l$ $M_{XA}^{JEB} = (\pm Q' \cdot l_1) = -Q' \cdot l_1 = -(q \cdot l) \cdot l_1$ $Q_{YA}^{IPAB} = \pm Q' = -Q' = -q \cdot l$, для рисунка 2 $Q_{YA}^{IPAB} = Q_{YA}^{JEB}$ $M_{XA}^{IPAB} = (\pm Q' \cdot l_1) = -Q' \cdot l_1 = -(q \cdot l) \cdot l_1,$</p>
РАЗДЕЛ 3. ДЕТАЛИ МАШИН	
<p>Тема 3.1. Классификация механизмов, узлов и деталей. Критерии работоспособности и влияющие факторы Анализ функциональных возможностей механизмов и области их применения</p>	
<p>Задание 1 Механические передачи. Машины На основании формулы передаточного числа $u = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2 = T_2 / (T_1 \cdot \eta)$, Дать правильный ответ: 1) Передаточное число передачи $u_{1-2} = 3$. Какой вал — ведущий или ведомый — вращается с большей угловой скоростью? Как называется такая передача? 2) Передаточное число передачи $u_{1-2} = 1/3$. Какой вал — ведущий или ведомый — вращается с большей угловой скоростью? Как называется такая</p>	<p>Задание 1 1) Передаточное число передачи $u_{1-2} = 3 = \omega_1 / \omega_2$, значит ведущий вращается с большей угловой скоростью. передача называется силовой 2) Передаточное число передачи $u_{1-2} = 1/3 = \omega_1 / \omega_2$ значит ведомый вал вращается с большей угловой скоростью. Передача называется кинематической 3) $n_1 = 1000 \text{ об/мин}$, передаточное число $u_{1-2} = 4$. Знаем $u = n_1 / n_2 = 4$, откуда частота вращения n_2 ведомого вала передачи $n_2 = n_1 / u = 1000 / 4 = 250 \text{ об/мин}$</p>

<p>передача?</p> <p>3) Частота вращения ведущего вала передачи $n = 1000$ об/мин, передаточное число $u_{1-2} = 4$. Определить частоту вращения n_2 ведомого вала передачи.</p> <p>4) Частота вращения ведомого вала передачи $n_2 = 500$ об/мин, передаточное число $u_{1-2} = 2$. Определить частоту вращения n_1 ведущего вала передачи.</p> <p>5) Частота вращения ведущего вала передачи $n_1 = 1200$ об/мин, частота вращения ведомого вала передачи $n_2 = 400$ об/мин. На каком валу передачи вращающий момент больше? Во сколько раз?</p> <p>б) С какой целью в машинах применяются силовые передачи? Приведите пример.</p> <p>С какой целью в машинах применяются кинематические передачи? Приведите пример.</p>	<p>4) $n_2 = 500$ об/мин, передаточное число $u_{1-2} = 2$. Знаем $u = n_1/n_2 = 2$, откуда частота вращения n_1 ведомого вала передачи $n_1 = n_2 \cdot u = 500 \cdot 2 = 1000$ об/мин</p> <p>5) $n_1 = 1200$ об/мин, $n_2 = 400$ об/мин. Знаем $u = n_1/n_2 = T_2/T_1$ $u = n_1/n_2 = 1200/400 = 3$, откуда $u = T_2/T_1 = 3$, значит вращающий момент больше на ведомом валу в 3 раза</p> <p>б) в машинах силовые передачи применяются целью повышения вращающего момента (силы вращения). Пример, редукторы приводов машин. В машинах кинематические передачи применяются с целью повышения угловой скорости. Пример, вариаторы приводов машин.</p>
<p>Задание 2 Подшипники Указать правильный рисунок подшипника качения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Шариковый радиальный 2) Шариковый двухрядный сферический 3) Роликовый радиальный 4) Шариковый радиально упорный 5) Роликовый конический <p style="text-align: center;">А Б В Г Д</p> 	<p>Задание 2</p> <p>Шариковый радиальный - В Шариковый двухрядный сферический - Г Роликовый радиальный - А Шариковый радиально упорный - Д Роликовый конический - Б</p>
<p>РАЗДЕЛ 4 ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ СТАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ</p>	
<p>Тема 4.1. Общие законы статики и динамики жидкостей</p>	
<p>Задание 1. Гидравлика</p> <p>Перевести единицы измерения давлений:</p> <ol style="list-style-type: none"> а) 2 атм. в м. вод.ст. б) 760 мм.рт. ст. в бар в) 3 бар в тех. атм. г) 50 м. вод.ст. в бар 	<p>Задание 1</p> <p>Давление А перевести в давление В</p> <p>Одну единицу давления А (обозначим А1) и давления В (обозначим В1) назначают из равенства</p> <p>1 бар (бара) = $1 \cdot 10^5$ Па = 1,02 атм. = 1,02 кг/см² = 750 мм.рт.ст. = 10200 мм.вод.ст.</p>

<p>д) 240 кПа в тех. атм. е) 5 бар в м. вод.ст.</p>	<p>Тогда, искомое давление В находят из пропорции $A/A1=B/B1$ Откуда $B=B1 \cdot (A/A1)$ Например Перевести единицы измерения давлений 4 атм. в мм. рт.ст.. 4 тех. атм. - это А мм. рт.ст. - это В 1 атм. (это А1) = 735 мм.рт.ст (это В1) тогда $B=735 \cdot (4/1)=2940$ мм.рт. ст.</p>
---	---

Критерии оценивания творческого задания

Учащиеся приводят решение на творческое задание в письменном виде в тетради или оформляет на листах формата А4 с рамками. Учитывается представление лекционного материала, и информации из справочной и учебной литературы, правильность решения и аккуратность оформления.

Оценка «5» Творческое задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Учащийся работал полностью самостоятельно: применял лекционный материал, учебники, справочники; грамотно, с пояснениями и аккуратно привел решение и ответ.

Оценка «4» Творческое задание выполнено в полном объеме с незначительным отклонением от необходимой последовательности. Учащийся применял рекомендуемый преподавателем лекционный материал. Лаконично привел решение и ответ. Допускал в результатах решения ответ без единиц измерения.

Оценка «3» Творческое задание выполнено с отклонением от необходимой последовательности, либо не по индивидуальным данным. Учащийся испытывал затруднение в применении лекционного материала или учебника. Дал ответ крайне лаконично, без пояснения решения и ответа. Допускал в результатах решения неточности, ответы без единиц измерения, не аккуратность при оформлении.

Оценка «2» Творческое задание выполнено не в полном объеме. Учащийся не применял лекционный материал. Отсутствуют ясные ответы в решении. Творческое задание оформлено крайне не аккуратно. Игнорированы консультация и помощь со стороны преподавателя либо успевающих учащихся.

Расчетно-графическая работа

Обучающиеся выполняют расчетно-графические работы (РГР) на практических занятиях под руководством преподавателя и в часы, отведенные для самостоятельной работы в рамках каждой темы.

Выполненные РГР оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в практикуме и сдаются на проверку преподавателю.

Тематика РГР

Расчетно-графическая работа «Основы расчета деталей машин»
Задание № 1 Определение центра тяжести пластин сложной конфигурации
Задание № 2 Расчет ступенчатого бруса на растяжение и сжатие
Задание № 3 Расчет балки на изгиб

Критерии оценивания

Оценивание каждого расчетного задания осуществляется по системе «зачтено» и «не зачтено».

В процессе оценивания учитываются отдельные критерии и их «весомость».

Критериями оценки	Весомость в %
– выполнение всех пунктов задания	до 30%
– проведение расчетов в соответствии с изложенной методикой	до 30%
– получение корректных результатов расчета	до 20%
– качественное оформление расчётной и графической частей	до 20%

Оценка «зачтено» выставляется, если набрано 75%.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Механика» проводится в форме экзамена

Предметом оценки являются умения и знания. Контроль и оценка осуществляются с использованием следующих форм и методов:

- Выполнение практических работ;
- Выполнение расчетно-графических работ;
- Тестирование;
- Выполнение самостоятельных работ;
- Выполнение контрольных работ.

Оценка освоения дисциплины предусматривает использование

- накопительной / рейтинговой системы оценивания и проведение экзамена

- по выбору обучающегося накопительной / рейтинговой системы оценивания или сдачу экзамена; в зависимости от рейтингового балла студент может быть освобожден от зачетной работы.

Допуском к экзамену является:

- выполнение всех заданий расчетно-графической работы и задачи практических занятий;
- имеются положительные оценки по контрольным опросам и творческим заданиям.

Критерии оценивания ответов на вопросы билетов

Экзамен проводится по билетам. В билет входят два вопроса и задача. На экзамене обучающийся получает билет и готовится письменно или устно, отвечая на два вопроса и решает задачу (записывает на листах писчей бумаги формата А4 с мокрой печатью судомеханического техникума). Время подготовки 40 минут.

При правильном ответе на:

- 2 вопроса и правильное решение задачи – оценка «отлично»;
- на 1 вопрос и неполном ответе на второй, а также не полное решение задачи– оценка «хорошо»;
- на неполные 2 вопроса и написание только формул для решения задачи– оценка «удовлетворительно»
- на неполный 1 вопрос и нет решения задачи – оценка «неудовлетворительно»

Полнота и правильность ответа на вопрос состоит в применении общепринятой терминологии, формул, графиков и т.п.

В конце работы студент проставляет дату и подпись. Преподаватель ставит оценку и подпись.

Вопросы к экзаменам по дисциплине «Механика» раздел «Теоретическая механика»

Тема 1.1.

Основные понятия, законы и модели механики

1. Содержание и задачи статики. Основные понятия и аксиомы статики.
2. Материальная точка и абсолютно твердое тело.
3. Сила, как мера механического воздействия материальных тел, система сил, равнодействующая и уравнивающая силы.
4. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Определение величины и направления реакций связей. Принцип освобождения от связей.
5. Плоская система сходящихся сил. Способы сложения двух сил. Разложение равнодействующей силы на две составляющих.

6. Определение равнодействующей системы сил геометрическим способом. Порядок построения силового многоугольника.
7. Проекция силы на оси координат. Правило знаков проекций. Проекция системы сил на ось координат.
8. Определение равнодействующей силы аналитическим способом. Условие равновесия в аналитической и геометрической формах
9. Пара сил и её свойства. Момент пары. Правило знаков. Сложение пар. Условие равновесия системы пары сил. Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси.
10. Приведение силы к данной точке. Приведение плоской системы сил к данному центру.
11. Главный вектор и главный момент системы сил. Равновесие плоской произвольной системы сил.
12. Три формы уравнений равновесия. Балочные системы. Классификация нагрузок и виды опор.
13. Центр параллельных сил. Центр тяжести тела. Координаты центра тяжести.
14. Положение центра тяжести простых геометрических фигур и прокатных профилей.
15. Центр тяжести составных плоских фигур.

Тема 1.2. Кинематика

1. Кинематика движения точки.
2. Основные характеристики движения: траектория, путь, скорость, ускорение (полное, нормальное и касательное). Относительность движения.
3. Уравнение движения точки. Способы задания движения точки: координатный, векторный, естественный. Определение скоростей и ускорений.
4. Частные случаи движения точки.
5. Простейшие движения твердого тела. Поступательное движение. Вращательное движение вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Линейные скорости и ускорения точки вращающегося тела.
6. Сравнение формул кинематики для поступательного и вращательного движения.
7. Сложное и плоскопараллельное движение.

Тема 1.3. Динамика преобразования энергии в механическую работу

1. Динамика. Аксиомы динамики: принцип инерции, основной закон динамики, принцип независимости действия сил, принцип действия и противодействия.
- 2.Связь между массой и силой. Две основные задачи динамики.
- 3.Движение свободной и несвободной материальных точек. Силы инерции. Принцип Даламбера. Метод кинетостатики при решении задач динамики.
- 4.Виды трения. Законы трения скольжения. Трение качения. Коэффициент трения.
- 5.Работа постоянной силы на прямолинейном перемещении. Работа силы тяжести. Работа при вращательном движении.
6. Мощность. Коэффициент полезного действия.
- 7.Закон изменения количества движения.
- 8.Потенциальная и кинетическая энергия. Закон изменения кинетической энергии.

РАЗДЕЛ 2. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Тема 2.1.

Методика расчёта элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформаций. Определение внутренних напряжений в деталях машин и элементах конструкций. Проверочные расчёты по сопротивлению материалов

1. Содержание и задачи раздела «Сопротивление материалов». Основные требования к деталям и конструкциям. Виды расчётов. Гипотезы и допущения.
- 2.Классификация нагрузок и элементов конструкции. Формы элементов конструкции.
3. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Виды нагружений. Механическое напряжение: полное, нормальное, касательное. Допускаемые напряжения.
4. Растяжение и сжатие, основные понятия и определения. Продольные силы и их эпюры. Напряжение при растяжении и сжатии.
- 5.Деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука. Формулы для расчёта перемещений поперечных сечений при растяжении и сжатии.
- 6.Статические испытания материалов на растяжение и сжатие. Диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов.
- 7.Условие прочности. Расчёты элементов конструкций на прочность при растяжении и сжатии.
- 8.Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Деформации, внутренние силовые факторы, напряжения при сдвиге (срезе) и смятии, условия прочности.
- 9.Примеры деталей, работающих на сдвиг (срез) и смятие.
- 10.Кручение. Основные понятия и определения. Деформации, внутренние силовые факторы, напряжения при кручении. Эпюры крутящих моментов.
- 11.Угол закручивания. Расчёты элементов конструкций на прочность и жесткость при кручении.

12.Изгиб. Основные понятия и определения. Виды изгиба. Внутренние силовые факторы при прямом поперечном изгибе. Знаки поперечных сил и изгибающих моментов.

13.Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Нормальные напряжения при изгибе.

14.Расчёты элементов конструкций на прочность при изгибе.

15.Понятие о касательных напряжениях при изгибе, о линейных и угловых перемещениях. Понятие о расчётах элементов конструкций на жесткость при изгибе.

16.Расчёты на устойчивость сжатых стержней. Устойчивое и неустойчивое равновесие. Критическая сила. Формула Эйлера. Критическое напряжение и гибкость.

РАЗДЕЛ 3. ДЕТАЛИ МАШИН

Тема 3.1. Классификация механизмов, узлов и деталей.

Критерии работоспособности и влияющие факторы

Анализ функциональных возможностей механизмов и области их применения

- 1.Цели и задачи раздела. Машина, механизм, сборочная единица, деталь.
- 2.Основные требования к деталям машин. Критерии работоспособности и надежности деталей машин. Стандартизация и взаимозаменяемость. Материал деталей машин.
- 3.Звено, кинематическая пара. Кинематическая схема. Условные обозначения на кинематических схемах.
- 4.Виды движений и преобразующие движение механизмы. Назначение передач в машинах.
Классификация передач, условные обозначения на схемах.
- 5.Кинематические и силовые соотношения в передаточных механизмах.
- 6.Фрикционные передачи. Достоинства и недостатки. Классификация, устройство, принцип работы, область применения. Вариаторы.
- 7.Ременные передачи. Достоинства и недостатки. Классификация, устройство, принцип работы, область применения. Геометрические и кинематические характеристики ременных передач.
- 8.Цепные передачи. Достоинства и недостатки. Классификация, устройство, принцип работы, область применения. Геометрические и кинематические характеристики цепных передач.
- 9.Общие сведения о зубчатых передачах. Достоинства и недостатки. Классификация, устройство, принцип работы, область применения. Основы зубчатого зацепления. Геометрические параметры прямозубой цилиндрической передачи.
- 10.Прямозубая цилиндрическая передача. Кинематический и геометрический расчет. Способы изготовления. Виды разрушения зубьев.

- 11.Муфты: назначение, классификация, устройство и принцип действия основных типов муфт. Область применения
- 12.Общие сведения о подшипниках. Подшипники скольжения: назначение, устройство, материал, область применения.
- 13.Подшипники качения: назначение, устройство, классификация. Подбор подшипников по статической и динамической грузоподъемности.
- 14.Разъемные соединения: резьбовые, шпоночные, шлицевые. Назначение, достоинства и недостатки, классификация, область применения. Основы расчета на прочность болтов при постоянной нагрузке. Штифтовые соединения, расчет на срез.
- 15.Неразъемные соединения: заклепочные, сварные, клеевые и паяные. Назначение, достоинства и недостатки, классификация, область применения. Расчет заклепочных соединений на прочность. Расчеты сварных соединений при статических нагрузках.

РАЗДЕЛ 4. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ СТАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Тема 4.1. Общие законы статики и динамики жидкостей

- 1.Жидкость и её физические свойства.
2. Гидростатическое давление и его свойства. Законы Паскаля и Архимеда.
- 3.Равновесие тел в жидкости. Плавание тел.
- 4.Гидродинамика, основные элементы потока.
5. Основные характеристики и режимы движения жидкости.
6. Гидравлические сопротивления и потери напора при движении жидкости.

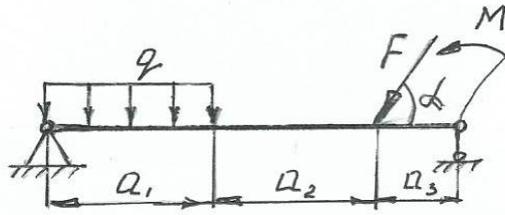
Тема 4.2. Общие законы статики и динамики газов. Основные законы термодинамики

- 1.Общие понятия. Законы идеальных газов.
2. Первый закон термодинамики.
3. Термодинамические процессы.
- 4.Понятия о круговом процессе.
5. Цикл Карно.
6. Второй закон термодинамики.

Примерные задания к практической части экзаменов

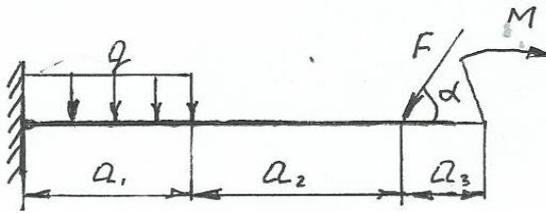
Задание 1.

Балка нагружена внешними нагрузками $F=50\text{кН}$; $M=100\text{кН}\cdot\text{м}$ $q=10\text{кН/м}$. Сила располагается под углом α к оси x , $\alpha=60^\circ$. Расстояние между характерными точками балки: $a_1=4\text{м}$; $a_2=4\text{м}$; $a_3=2\text{м}$. Определить тип балки, типы опор. Найти реакции опор балки.



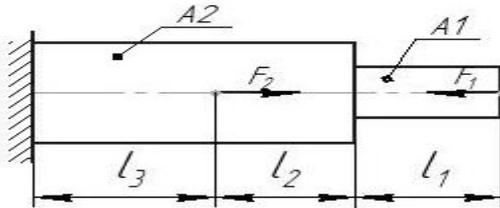
Задание 2.

Балка нагружена внешними нагрузками $F=45\text{кН}$; $M=100\text{кН}\cdot\text{м}$ $q=8\text{кН/м}$. Сила располагается под углом α к оси x , $\alpha=60^\circ$. Расстояние между характерными точками балки: $a_1=4\text{м}$; $a_2=4\text{м}$; $a_3=2\text{м}$. Определить тип балки, типы опор, реакции опор балки.



Задание 3.

Определить максимальное напряжение в опасном сечении бруса, если $F_1=5\text{кН}$, $F_2=8\text{кН}$, $A_1=100\text{мм}^2$, $A_2=180\text{мм}^2$.

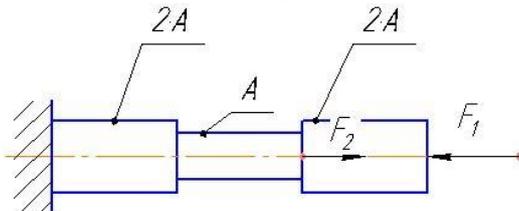


Задание 4.

Определить требуемый диаметр вала, передающий крутящий момент $M_k=4\text{кН}\cdot\text{м}$, если $\tau_k=40\text{Н/мм}^2$.

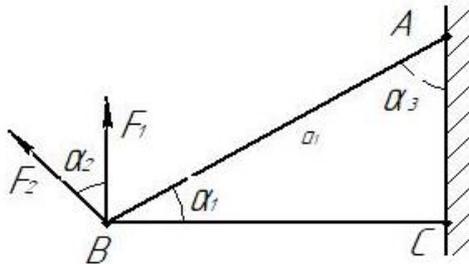
Задание 5.

Построить эпюру продольных сил и нормальных напряжений ступенчатого вала. Вал нагружен силами $F_1=60\text{кН}$ и $F_2=80\text{кН}$. $A=200\text{мм}^2$



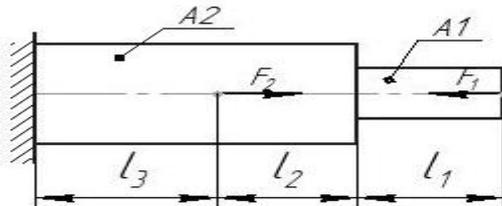
Задание 6.

Определить аналитическим способом усилия в стержнях АВ и ВС заданной стержневой системы. Исходные данные: $F_1 = 12 \text{ кН}$; $F_2 = 24 \text{ кН}$; $\alpha_1 = 30^\circ$; $\alpha_2 = 45^\circ$; $\alpha_3 = 60^\circ$



Задание 7.

Определить максимальное напряжение в опасном сечении бруса, если $F_1 = 15 \text{ кН}$, $F_2 = 40 \text{ кН}$, $A_1 = 100 \text{ мм}^2$, $A_2 = 200 \text{ мм}^2$. Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений



Задание 8.

В поперечном сечении стального стержня длиной $l = 2500 \text{ мм}$, возникает нормальное напряжение $\sigma_z = 125 \text{ МПа}$. Пользуясь законом Гука определить:

- абсолютное удлинение Δl стержня; принять $E = 0,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$;
- силу F , если площадь поперечного сечения $A = 1250 \text{ мм}^2$

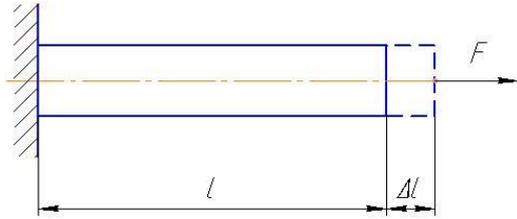
Задание 9.

Вычислить максимальное напряжение τ_{max} в поперечном сечении при кручении круглого сплошного вала диаметром $d = 45 \text{ мм}$, если крутящий момент $M_z = 550 \text{ Н}\cdot\text{м}$

Задание 10.

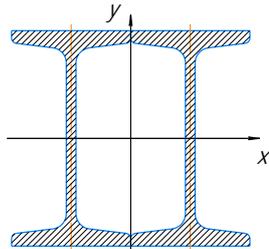
Пользуясь законом Гука определить: а) абсолютное удлинение Δl медного стержня, если его длина $l = 2,0 \text{ м}$, $A = 400 \text{ мм}^2$, $E = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

б) коэффициент Пуассона материала, если поперечное сечение стержня получило относительное сужение $\varepsilon' = 0,0306\%$



Задание 11.

Определить момент инерции I_x и момент сопротивления W_x поперечного сечения относительно оси x (см. рисунок). Элементы сечения – двутавр №10



Задание 12.

Известно, что в поперечном сечении бруса поперечная сила $Q = 20$ кН, а изгибающий момент $M = 120$ кН·м. Определить максимальное напряжение изгиба в этом сечении, если момент сопротивления изгибу $W_x = 259$ см³

Задание 13.

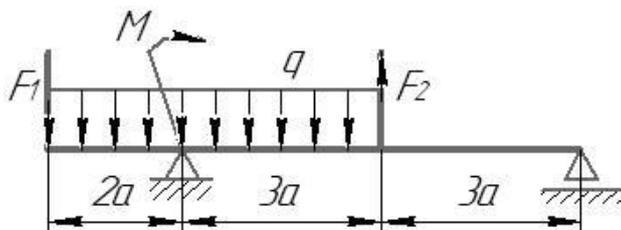
Определить удлинение стержня АВ. Усилие в стержне 32 кН, длина стержня 2м, материал сталь, $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, сечение – круг диаметром 20мм

Задание 14.

В брус круглого поперечного сечения диаметром $d = 60$ мм возникают касательные напряжения $\tau_{\max} = 70$ МПа. Определить допускаемое значение крутящего момента

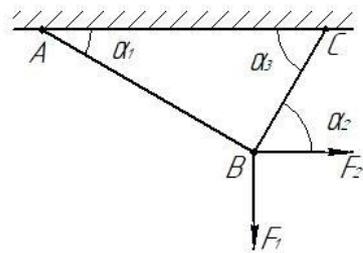
Задание 15.

Составить уравнение моментов относительно правой опоры балки и найти реакцию в левой опоре. Объяснить, как будет выглядеть эпюра поперечных сил и изгибающих моментов между силами F_1 и F_2 .



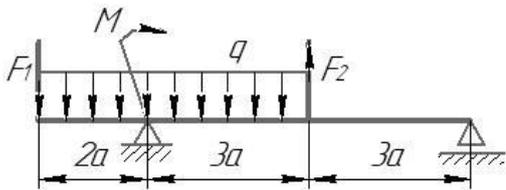
Задание 16.

Определить аналитическим способом усилия в стержнях АВ и ВС заданной стержневой системы. Исходные данные: $F_1=50\text{кН}$; $F_2=25\text{кН}$; $\alpha_1=30^\circ$; $\alpha_2=60^\circ$; $\alpha_3=60^\circ$



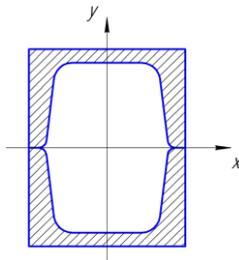
Задание 17.

Составить уравнение моментов относительно левой опоры балки и найти реакцию в правой опоре. Объяснить, как будет выглядеть эпюра поперечных сил и изгибающих моментов между силами F_1 и F_2 . Исходные данные: $F_1=60\text{кН}$; $F_2=40\text{кН}$; $q=10\text{кН/м}$; $M=20\text{кН}\cdot\text{м}$; $a=2\text{м}$; $[\sigma]=160\text{МПа}$.



Задание 18.

Определить момент инерции и момент сопротивления поперечного сечения относительно оси x (см. рисунок). Элементы сечения – швеллер №12



Примеры ответов на теоретические вопросы к экзамену

Вопросы разделов (тем)	Ответы
РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	
1 Статика: основные определени я	Механика – учебная дисциплина, в которой изучают общие законы равновесия и механического движения материальных тел механическое движение - происходящие с течением времени изменение положения материальных тел относительно друг друга, а также деформация материального тела.

	<p>Статика - изучаются правила сложения сил и условия равновесия твёрдых тел.</p> <p>материальная точка - материальное тело размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи.</p> <p>абсолютно твердое тело - тело, расстояние между любыми двумя точками которого всегда остается неизменным.</p> <p>Силы - мера механического действия на данное тело со стороны других тел, характеризующая величину и направления этого действия.</p> <p>Характеристика силы - точка приложения, направление, численное значение.</p> <p>Единицы измерения сила в системе СИ - Н, кН, мН.</p> <p>Совокупность двух и более сил это система сил или силовая схема</p> <p>Две системы сил эквивалентны, если они оказывают одинаковое механическое действие на одно и то же свободное твердое тело, взятые порознь.</p> <p>Равнодействующая сила - одна сила, эквивалентная данной системе сил.</p> <p>Уравновешивающая сила – это сила, которая, будучи присоединена к некоторой системе сил, действующих на тело, приводит систему к равновесию.</p>
<p>2 Аксиомы статики</p>	<p>Аксиома 1 модуль равнодействующей системы двух сходящихся сил – это диагональ их параллелограмма или</p> $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$ <p>Аксиома 2. Всякую силу приложенную в какой либо точке абсолютно твердого тела, можно не изменяя ее действие переносить в любую другую точку на этой линии.</p> <p>Аксиома 3 К рассматриваемому телу или точке вместо контактирующих тел ставят силы противодействия.</p> <p>Связью - тело, которое ограничивает движение рассматриваемого тела.</p> <p>Реакции связи – сила противодействия, с которой связь действует на тело, препятствуя его перемещению в том или ином направлении.</p>
<p>3 Законы И. Ньютона</p>	<p>Законы И. Ньютона</p> <p>1 Тело находится в относительном равновесии, если геометрическая сумма всех сил равна нулю.</p> <p>2 Сила инерции тела, движущегося с ускорением равна произведению массы тела на ускорение. Сила инерции направлена противоположно вектору ускорения.</p> <p>3 Сила действия равна силе противодействия как в статике, так и в динамике.</p>

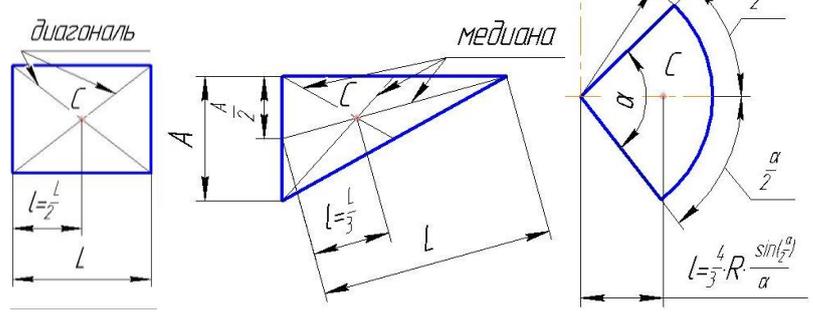
<p>4 Определения систем сил: сходящейся, произвольной, плоской и пространственной</p>	<p>Система сил называется сходящейся, если линии действия всех сил пересекаются в одной точке. Система сил называется произвольной, если силовая схема содержит две и более сходящихся системы сил. Система сил называется плоской, если линии действия всех сил расположены в двух координатных осях (плоскости). Система сил называется пространственной, если линии действия всех сил расположены в трех координатных осях (пространстве).</p>
<p>5 Уравнения равновесия для систем сил</p>	<p>Для аналитического составления уравнений равновесия, нужно знать проекцию силы на оси и момент силы Значение проекции силы на ось X, при заданном угле наклона α к данной оси определяется как прилежащий катет $F_x = F \cdot \cos(\alpha)$ Значение проекции силы на ось Y, при заданном угле наклона α к оси X, определяется как противолежащий катет $F_y = F \cdot \sin(\alpha)$ Также, проекция силы на ось – это длина отрезка оси, между точками, полученными при опускании на данную ось перпендикуляров из начала и конца вектора силы. Величина силы по её проекциям на оси координат определяется по формуле Пифагора $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ Фактором, стремящимся поступательно сдвинуть точку (или тело) вследствие действия системы сил является равнодействующая сила F_{Σ}. Чтобы не было движения необходимо $F_{\Sigma} = 0$, а с учетом формулы Пифагора $F_{\Sigma x} = \pm F_{1x} \pm F_{2x} \pm \dots = 0$, $F_{\Sigma y} = \pm F_{1y} \pm F_{2y} \pm \dots = 0$ Фактором, стремящимся вращать тело является пара сил или сила с осью. Мера вращения определяется моментом M. Момент силы M относительно некоторой точки «O» на расстоянии h, равен $M_O(F) = F \cdot h$ Систему двух равных по модулю и противоположных по направлению параллельных сил называют парой, для которой момент равен $M = F \cdot a$ Единица измерения момента Ньютон·метр или Н·м Одновременное действие пар и сил заменяет главный вектор $F_{Гл}$ и главный момент $M_{Гл}$ главный вектор $F_{Гл}^2 = F_{Глx}^2 + F_{Глы}^2$ главный момент $M_{Гл} = \Sigma \pm M_O(F_i) + \Sigma \pm M$ Следствие 1) Аналитическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил $F_{Гл} = 0$ или $F_{Гл} = \pm F_{1x} \pm F_{2x} \pm \dots = 0$, $F_{\Sigma y} = \pm F_{1y} \pm F_{2y} \pm \dots = 0$ 2) Аналитическое условие равновесия плоской системы произвольных сил $F_{Гл} = 0$ и $M_{Гл} = 0$ или $F_{Глx} = \pm F_{1x} \pm F_{2x} \pm \dots = 0$, $F_{Глы} = \pm F_{1y} \pm F_{2y} \pm \dots = 0$ $M_{Гл} = \Sigma \pm M_O(F_i) + \Sigma \pm M = 0$ 3) Аналитическое условие равновесия пространственной</p>

	<p>системы сходящихся сил $F_{ГЛ} = 0$ или $F_{ГЛ} = \pm F_{1X} \pm F_{2X} \pm \dots = 0$, $F_{\Sigma Y} = \pm F_{1Y} \pm F_{2Y} \pm \dots = 0$, $F_{\Sigma Z} = \pm F_{1Z} \pm F_{2Z} \pm \dots = 0$</p> <p>4) Аналитическое условие равновесия пространственной системы произвольных сил $F_{ГЛ} = 0$ и $M_{ГЛ} = 0$ или $F_{ГЛX} = \pm F_{1X} \pm F_{2X} \pm \dots = 0$, $F_{ГЛY} = \pm F_{1Y} \pm F_{2Y} \pm \dots = 0$, $F_{\Sigma Z} = \pm F_{1Z} \pm F_{2Z} \pm \dots = 0$ $M_{ГЛX} = \Sigma \pm M_X(F_i) + \Sigma \pm M_X = 0$, $M_{ГЛY} = \Sigma \pm M_Y(F_i) + \Sigma \pm M_Y = 0$, $M_{ГЛZ} = \Sigma \pm M_Z(F_i) + \Sigma \pm M_Z = 0$</p> <p>Сущность правила выбора знака для проекции силы в уравнениях равновесия $F_{ГЛ}$: Знак «+», если вектор силы образует острый угол с положительным направлением оси; знак «-» то же с отрицательным направлением</p>
<p>6 Трение скольжения и качения</p>	<p>Полная реакция R шероховатой поверхности зависит от нормальной реакции N и силы трения покоя $F_{тр}$ Утверждения закона Кулона (законы трения)? 1) Сила трения скольжения не зависит от площади соприкосновения трущихся поверхностей; 2) Предельная сила трения скольжения пропорциональна нормальной реакции $\bar{F}_{max} = f \cdot \bar{N}$</p> <p>Коэффициент трения покоя определяют по формуле $\text{tg}(\alpha) = F_{тр}/N$ Трение качения - сопротивление, возникающее при перекатывании одного тела по поверхности другого. Момент трения равен $M_{тр} = k \cdot N$ Единица измерения коэффициент трения качения k - метр Условие перекатывания цилиндра по шероховатой поверхности $(k/r) < f$ (коэффициент трения качения k меньше радиуса цилиндра r) Для цилиндров радиусом r из твердых материалов коэффициент трения качения равен $k = r \cdot \text{tg}(\alpha)$</p>
<p>7 Общие сведения о центре тяжести</p>	<p>Центром параллельных сил называют точку, в которой приложена равнодействующая всех сил системы Центр тяжести тела – это центр параллельных сил тяжести всех частиц тела Для нахождения центра тяжести объемного тела необходимо его упростить до тонкой пластины, форма которой соответствует поперечному сечению тела. Три способа определения координат центров тяжести форм сечений - симметрия, разбиение, дополнение (вычитание) Разбиение и дополнение предполагает деление сечения на простые фигуры, центры тяжести которых просто определяются - прямоугольник, круговой сектор, треугольник Формула для определения координат центра тяжести сечения при разбиении (дополнении), разделенного на простые площади $+S_1$ и $-S_2$</p> $x_c = \frac{\sum x_i \cdot (\pm S_i)}{\sum \pm S_i} = \frac{x_1 \cdot S_1 + x_2 \cdot (-S_2)}{S_1 + (-S_2)}$

$$y_c = \frac{\sum y_i \cdot (\pm S_i)}{\sum \pm S_i} = \frac{y_1 \cdot S_1 + y_2 \cdot (-S_2)}{S_1 + (-S_2)}$$

8
 Центры
 тяжести
 простых
 фигур

Центры тяжести простых фигур
 Прямоугольник (Центр тяжести на пересечении диагоналей),
 Треугольник (Центр тяжести на пересечении медиан),
 Круговой сектор (Центр тяжести на на оси симметрии на расстоянии l)



Площади
 $A = a \cdot b$ - прямоугольника
 $A = a \cdot h / 2$ (a -длина стороны, h -высота) - треугольника
 $A = \alpha \cdot R^2 / 2$ (α -в радианах) – кругового сектора

<p>9 Основные понятия кинематики</p>	<p>9 Кинематика - раздел механики, в котором изучают движение точек и тел без учета действующих сил Характеристики движения –Путь S, время t, скорость v, ускорение a_n, a_n, a_τ Путь в метрах или морских милях(1852 м) Скорость – м/с или узлах(1 миль/ч) Движение с ускорением a, это когда скорость v меняет значение через равный промежуток времени t; Центростремительное ускорение $a_n = v^2/r$ меняет вектор скорости по направлению Касательное ускорение a_τ меняет вектор скорости по величине $v = v_0 \pm a_\tau \cdot t$ При движении с ускорением (равнозамедленном или равноускоренным) путь S, пройденный точкой за время t определяют по уравнению $s = v_0 \cdot t \pm a_\tau \cdot t^2 / 2$. При движении точки прямолинейно $a_n = 0$; при движении точки криволинейно $a_n > 0$</p>
<p>10 Простейшие движения твердого тела</p>	<p>Тело– это совокупность связанных материальных точек, на различном расстоянии друг от друга. Простейшие движения твердого тела: Поступательное движение – это прямолинейное движение всех точек тела. вращательное движение – это криволинейное движение всех точек тела. Вращательное движение наиболее распространено в механических передачах. Комбинированное (плоскопараллельное) – одновременно поступательное и вращательное движение. Передаточное число механической передачи, состоящей из двух колес, вращающихся с угловыми скоростями ω_1 и ω_2, определяется по уравнению $u = \omega_1 / \omega_2$ Передаточное число механической передачи состоящей из двух вращающихся колес с диаметрами d_1 и d_2 и числами зубьев z_1 и z_2, определяется по уравнению $u = d_2 / d_1 = z_2 / z_1$ Общее передаточное число механизма, состоящего из двух и более механических передач, передаточные числа которых равны u_1, u_2 и т.д., равно $u_{\text{общ}} = u_1 \cdot u_2$</p>

<p>11 Сложное движение точки и плоскопараллельное движение тела</p>	<p>Сложным движением точки называют такое ее движение, когда ее абсолютная скорость движения складывается из относительной и переносной скоростей; Например, человек переплывает реку. Движение человека по реке является относительным, движение реки по каналу, а движение человека относительно канала (берега) является абсолютным Если все точки тела, совершая сложное движение, остаются в одной и той же пространственной плоскости, то такое движение тела называется плоскопараллельным. Точку для тела, двигающегося плоскопараллельно, называют мгновенным центром скоростей, когда абсолютная скорость этой точки равняется нулю; Положение мгновенного центра скоростей можно определить по значению абсолютной скорости точки тела и угловой скорости тела; Абсолютную скорость точки тела, находящегося в плоскопараллельном движении, можно определить сложив скорости поступательного и вращательного движений.</p>
<p>12 Основные понятия динамики</p>	<p>В динамике изучаются зависимости между движением механических тел и действующими на них силами. Зависимость между силой тяжести тела G и его массой m: $m=G/g$ Массой материальной точки называют меру инертности материальной точки Согласно второму закону И. Ньютона, сила инерции тела, движущегося с ускорением равна произведению массы тела на ускорение. Сила инерции направлена противоположно вектору ускорения. Следовательно создавая нужное ускорение, можно воздействовать на тело силой инерции во много раз превышающей силу тяжести. Например, молоток можно насадить на рукоятку, если рукоятку резко ударить о твердую поверхность, то есть мгновенно остановить с ускорением, превышающем ускорение свободного падения.</p>
<p>13 Общие теоремы динамики тела</p>	<p>Импульс силы F в течении времени t, равен $F \cdot t$. В Международной системе (СИ) единица измерения импульса Н·с Количество движения равно mv. В Международной системе (СИ) единица измерения количества движения Н·м/с Формула закона количества движения $mv - mv_0 = (\pm F_1 \pm F_2 \pm \dots) \cdot t$ кинетической энергии материальной точки $mv^2/2$ Единица измерения кинетической энергии материальной точки в Международной системе (СИ) Дж Теорема об изменении кинетической энергии при поступательном движении тела $\frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2} = (\pm F_1 \pm F_2 + \dots) \cdot S$ Уравнение, выражающее основной закон динамики поступательно движущегося тел $a = \pm F_1 \pm F_2 \pm \dots$ (так как при поступательном движении тело движется как одна материальная точка) Уравнение основного закона динамики вращающегося</p>

	<p>тела $I \cdot \varepsilon = \pm T_1 \pm T_2 \pm \dots$ где I - момент инерции тела Для сплошного диска относительно его центральной $I = m \cdot R^2 \cdot 0,5$ Для полого диска (трубы) относительно его центральной $I = m \cdot R^2$ Величина кинетической энергии вращающегося тела аналогична кинетической энергии тела при поступательном движении ($E_k = m \cdot v^2 / 2$) записывается так $E_k = I \cdot \omega^2 / 2$</p>
<p>14 Работа и мощность</p>	<p>Работа A постоянной силы F, наклоненной к прямолинейному участку пути под углом α, равна $A = F \cdot S \cdot \cos(\alpha)$ Единица измерения работа в международной системе (СИ) - Дж (джоуль) Единица измерения работа в технической системе (МКГСС) - кгс·м (килограмм-сила на метр) Мощность – это количество работы A, затраченное в единицу времени t Формулу полезной мощности при поступательном движении тела $P = A/t = F \cdot S/t = F \cdot v$ Единица измерения работа в международной системе (СИ) - Вт (ватт) Единица измерения работа в технической системе - л.с. (лошадиная сила), 1 л.с. = 0,736 кВт Если на тело действуют несколько сил, то можно найти их общую работу $A = (\pm F_1 \pm F_2) \cdot S$ Если $F_1 = -F_2$, то тело движется под действием уравновешенной системы сил. Работа этих сил $A = (F_1 - F_2) \cdot S = 0$ Также сила может при движении не переместиться по линии своего действия, тогда путь равен нулю, а работа $A = 0$. Например, вагонетка весом G катится равномерно по горизонтальным рельсам и проходит расстояние S. Работа силы тяжести равна $A = G \cdot h = 5 \cdot 0 = 0$ Механический коэффициент полезного действия – это отношение полезной работы ($A = F \cdot S = A_{\text{общ}} - A'$) к общей $A_{\text{общ}}$, $\eta = A / A_{\text{общ}}$; Где A' - работа потерь Аналогично можно использовать показатель мощности для определения КПД, $\eta = P / P_{\text{общ}}$ вращающий момент T - произведение окружной F_t силы на радиус окружности R ($T = F_t \cdot R$) Работа при вращательном движении тела вычисляется $A = F_t \cdot S = A = F_t \cdot \varphi \cdot R = T \cdot \varphi$ мощность при вращательном движении тела вычисляется $P = A/t = T \cdot \varphi / t = T \cdot \omega$ При передачи мощности P от колеса 1 колесу 2, вращающихся с угловыми скоростями ω_1 и ω_2, получаем передаточное число $u = \omega_1 / \omega_2 = (P/T_1) / (P/T_2) = T_2 / T_1$, это для идеальной механической передачи. Для реальной механической передачи $P_2 < P_1$ потому что есть</p>

потери в зацеплении колес, а значит КПД $\eta = P_2 / P_1$, следовательно передаточное число $u = \omega_1 / \omega_2 = (P_1 / T_1) / (P_2 / T_2) = (P_1 / T_1) / (P_1 \cdot \eta / T_2) = T_2 / (T_1 \cdot \eta)$. Следовательно, передаточное число реальной передачи обратно пропорционально КПД и при равных T_1 и T_2 должен быть больше, чем для идеальной.

РАЗДЕЛ 2. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

<p>15 Основные положения сопротивления материалов</p>	<p>Задачи сопротивления материалов - проверочные, проектные и эксплуатационный расчеты элементов конструкций, а также их расчет на прочность, жесткость и устойчивость.</p> <p>Допущения, принимаемые в сопротивлении материалов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) принцип начальных размеров, линейности деформаций, суперпозиции; 2) принцип однородности, сплошности и одинаковости механических свойств материала <p>Прочность – сопротивляемость детали пластической деформации либо разрушению. Жесткость – сопротивляемость изменению формы и размеров. Устойчивость – способность продольной оси детали оставаться прямолинейной.</p> <p>Деформацией детали – это изменение формы и размеров детали</p> <p>Физическая сущность процесса деформации материала - изменение силового взаимодействия между атомами кристаллической решетки</p> <p>Этапы деформации материала:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) упругая (формы и размеры детали восстанавливаются после снятия нагрузки) 2) пластическая (формы и размеры детали не восстанавливаются после снятия нагрузки)
<p>16 Внутренние силовые факторы</p>	<p>Внутренние силовые факторы - Это внутренние силы упругости возникающие в поперечном сечении бруса, равные сумме внешних сил и моментов, действующих на рассматриваемый участок бруса. Всего шесть внутренних силовых факторов - продольная сила N_z поперечная сила Q_y, Q_x и изгибающий момент M_x, M_y, и крутящий момент M_z</p> <p>Цель применения метода сечений - в произвольном участке бруса определить вид деформации, в зависимости от найденной величины внутренних силовых факторов.</p> <p>Полного механическое напряжение в данной точке поперечного сечения бруса равна отношению величины внутренних сил упругости к величине площади рассматриваемого сечения.</p> <p>Возникновение в поперечном сечении бруса нормальных σ напряжений связано с внутренними силовыми факторами - продольная сила N_z и изгибающий момент M_x или M_y</p> <p>Возникновение в поперечном сечении бруса касательных τ напряжений связано с внутренними силовыми факторами - поперечная сила Q_y или Q_x и крутящий момент M_z</p>
<p>17 Деформация растяжения (сжатия): ВСФ, и напряжения</p>	<p>Чтобы прямой брус работал только на растяжение (сжатие), нужно приложить к бруску силы, направленные вдоль его продольной оси.</p> <p>При этом возникает продольная и поперечная деформации.</p> <p>Продольная деформации бруса ϵ при растяжении (сжатии) равна отношению абсолютного изменения длины бруса Δl к его первоначальной длине l_0</p> <p>Поперечная деформация бруса ϵ' при растяжении (сжатии) равна отношению абсолютного изменения размеров поперечного сечения Δa к первоначальному размеру a_0</p>

	<p>Продольная и поперечные деформации при растяжении связаны коэффициентом Пуассона $\mu = \varepsilon' / \varepsilon$</p> <p>В произвольном участке бруса определить величины внутренних силовых факторов можно с помощью метода сечений (Р – разрезать, О – отбросить часть, З – заменить отброшенную часть на продольную силу N, У – уравновесить N внешними силами $\pm F_1 \pm F_2 \pm \dots$). В результате применения метода РОЗУ для любого поперечного сечения бруса получаем $N = \pm F_1 \pm F_2 \pm \dots$</p> <p>График, показывающий характер изменения величины продольной силы N по длине балки называют эпюрой продольных сил</p> <p>Нормальное напряжение σ в поперечном сечении бруса при растяжении (сжатии) - это отношение величины внутренних сил упругости (продольной силы N) к величине площади рассматриваемого сечения A и определяется так $\sigma = N/A$</p> <p>Эпюрой нормальных напряжений при растяжении (сжатии) называют график, показывающий характер изменения величины нормального напряжения по длине балки.</p>
<p>18 Испытания материалов. Закон Гука</p>	<p>В ходе испытаний металлических образцов на растяжение (сжатие) выявляют:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) закон Гука (значение предела пропорциональности $\sigma_{пц}$ - крайнее напряжение, при котором сохраняется линейность деформации, т.е. упругая деформация) 2) вид материала (значение или наличие предела текучести σ_T) 3) предельное напряжение $\sigma_{пред}$ (появление «шейки» на образце или разрушение) <p>В результате испытаний металлических образцов на растяжение (сжатие) устанавливают</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) модуль продольной упругости E материала (согласно закону Гука $E = \sigma_{пц} / \varepsilon$) 2) предельное напряжение $\sigma_{пред}$. Если металл пластичный или хрупкопластичный, то есть площадка текучести на графике растяжения и значение σ_T, поэтому $\sigma_{пред} = \sigma_T$. Если металл хрупкий, то площадки текучести на графике растяжения нет, поэтому $\sigma_{пред} = \sigma_B$ (временное сопротивление – напряжение, при котором происходит разрыв) 3) допускаемое напряжение $[\sigma] = \sigma_{пред} / [n]$ <p>Где [n] - коэффициента запаса прочности от 1,5 до 4,0</p> <p>В итоге</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) модуль продольной упругости E материала как физический параметр характеризует жесткость данного материала при упругой деформации 2) На основании формулы Гука $\sigma_{пц} = E \cdot \varepsilon$ определяют удлинение $\Delta l = \varepsilon \cdot l$ (укорочение) участка бруса, если брус деформируется упруго и расчетные напряжения $\sigma = N/A \leq \sigma_{пц}$, тогда $\Delta l = \varepsilon \cdot l = (\sigma / E) \cdot l = (N \cdot l) / (E \cdot A)$ 3) фактический коэффициент запаса прочности равен отношению предельного напряжения к наибольшему

	<p>расчетном $n = \sigma_{пред} / \sigma$</p>
<p>19 Расчеты на прочность при растяжении и (сжатии)</p>	<p>Условие прочности бруса при растяжении записывается так $\sigma \leq [\sigma]$, где σ - расчетное напряжение σ так Условие прочности бруса при растяжении для фактического коэффициента запаса прочности, записывается так $n \geq [n]$ Разновидности расчетов 1) Проверочный расчет бруса при растяжении (сжатии) $\sigma_{max} \leq [\sigma]$ или $n \geq [n]$ 2) Проектный расчета бруса при растяжении (сжатии) – находим A из $\sigma = N/A$, заменив это значение в условии $\sigma \leq [\sigma]$, тогда $A \geq N_z / [\sigma]$ 3) Эксплуатационный расчет. Находим N из $\sigma = N/A$, заменив значение $\sigma \leq [\sigma]$, тогда $[N]/A \leq [\sigma]$ откуда $[N] \geq A \cdot [\sigma]$</p>
<p>20 Деформация сдвига. Срез и смятие.</p>	<p>При деформации сдвига внутренним силовым фактором является - поперечная сила Q_y При деформации сдвига продольные слои бруса смещаются в плоскости поперечного сечения балки. Напряжение (нагруженность) материала при сдвиге $\tau = \frac{Q_y}{A}$ определяется касательным напряжением Единицы измерения величин τ, Q_y и A в формуле касательного напряжения: $\tau - [МПа], Q_y - [Н], A - [мм^2]$ Закон Гука при сдвиге $\tau = \gamma \cdot G$ Величиной γ характеризуют угол сдвига (деформации сдвига)</p>

	<p>Величину G в формуле Гука для деформации сдвига называют: модуль упругости второго рода (модуль сдвига). Физический смысл модуля сдвига G - характеризует сопротивляемость (жесткость) материала при сдвиге.</p> <p>Если силы, сдвигающие слои материала расположены на близком расстоянии друг к другу, то результатом разрушения при сдвиге является - срез.</p> <p>Если силы, сдвигающие слои материала расположены на одной линии друг к другу, то результатом разрушения при сдвиге является – смятие (пластическая деформация сжатия контактирующих поверхностей)</p> <p>Детали машин и соединения, которые рассчитывают на срез сварочный шов в сварном соединении. Детали машин и соединения, которые рассчитывают на срез и смятие - шпоночные и заклепочные соединения</p> <p>Образующая линия наиболее уязвимого сечения в поперечном сечении сварочного шва является высотой прямоугольного треугольника</p> <p>Связь между допустимым касательным $[\tau]$ и допустимым нормальным $[\sigma]$ напряжениями такова $[\tau] = 0,6 \cdot [\sigma]$.</p> <p>Условие прочности деталей и соединений на срез $\tau \leq [\tau]$</p> <p>Условие прочности деталей и соединений на смятие: $\sigma \leq [\sigma]$</p> <p>Формула Гука для деформации сдвига является исходной в теории проектирования пружин.</p> <p>За площадку А среза при проектном расчете заклепочного соединения принимают поперечное сечение заклепки</p> <p>За площадку смятия при проектном расчете заклепочного соединения принимают наибольшее продольное сечение заклепки</p>
<p>21 Деформация Кручения</p>	<p>Деформация кручение</p> <p>Чтобы брус работал только на кручение его нужно нагрузить, приложив только вращающие моменты.</p> <p>Величину крутящего момента в любом поперечном сечении бруса определяют в результате применения метода РОЗУ по формуле $M_z = \sum \pm T_i$</p> <p>Правило знаков при определении величины крутящего момента: «+» если вращающий момент направлен по часовой стрелки; «-» в ином случае</p> <p>Следуя формуле касательных напряжений при кручении $\tau = M_z \cdot \rho / I_p$ видно, что касательные напряжения максимальны в точках, наиболее отдаленных от центра тяжести поперечного сечения, когда $\rho = \max = D/2$</p> <p>Также из данной формулы следует, что касательные напряжения изменяются по линейному закону по всей высоте поперечного сечения</p> <p>Величиной характеризующей деформацию кручения является угол закручивания φ. Относительный угол закручивания φ_0 – это отношение угла закручивания φ к длине бруса l.</p> <p>Величина относительного угла закручивания при кручении определяется по формуле $\varphi_0 = M_z \cdot l / (G \cdot I_p)$</p> <p>Следовательно, величина абсолютного угла закручивания при</p>

	<p>кручении $\varphi = M_z / (G \cdot I_p)$ Полярный момент инерции I_p поперечного сечения бруса характеризует сопротивляемость поперечного сечения бруса повороту вокруг продольной оси (или «геометрическую массу вращения») Формула для определения полярного момент инерции круга $I_p = \pi \cdot d^4 / 16$ Полярный момент сопротивления W_p характеризует сопротивляемость поперечного сечения бруса разрушению (при наибольших касательных напряжениях τ_{\max}) Полярный момент сопротивления для круга $W_p = \pi \cdot d^3 / 16$ Наибольшее касательное напряжение для поперечного сечения определяется по формуле $\tau_{\max} = M_z / (W_p)$ Математическое выражение условия жесткости при кручении $\varphi \leq [\varphi_0]$ Математическое выражение условия прочности при кручении $\tau_{\max} \leq [\tau]$ Следовательно, из условий расчета на прочность ($\tau_{\max} \leq [\tau]$) и на жесткость ($\varphi \leq [\varphi_0]$) можно производить такие виды расчета: проектный (нахождение W_p или I_p), проверочный (нахождение τ_{\max} или φ_0) и определение допускаемой нагрузки (нахождение $[M_z]$)</p>
<p>22 Деформация изгиба: ГХС и ВСФ</p>	<p>Деформация изгиба: ГХС и ВСФ Под изгибом понимается такой вид нагружения, при котором в поперечных сечениях балки возникают изгибающие моменты M_x и M_y Балка – это брус, внешне нагруженный изгибающими моментами и силами, перпендикулярными его продольной оси. Плоский прямой изгиб возникает при действии на балку системы внешних сил, перпендикулярных к его оси и лежащих в одной главной плоскости В технике применяются четыре типа опор для закрепления балок: 1) цилиндрическая подвижная опора или каток (допускает вращение вокруг оси шарнира и поступательное перемещение); 2) цилиндрическая неподвижная опора (допускает только вращение вокруг оси шарнира); 3) защемляющая подвижная опора (допускает только поступательное перемещение); 4) защемляющая неподвижная опора или заделка (не допускает никаких перемещений). В технике используются следующие типы балок (статически определимы): а) консоль - балка, защемленная на одном конце и свободная на другом (примером служат столбы, мачты, кронштейны); б) простая балка, шарнирно опертая по концам (примером служит ось автоприцепа); в) одноконсольная- простая балка, у которой одна из опор установлена с отступом от конца (пример - продольная балка рамы автомобиля); г) двухконсольная– простая балка, у которой обе опоры</p>

	<p>установлены с отступом от концов (пример - вагонная ось).</p> <p>Свешивающиеся части балок называются консолями, расстояние между опорами - пролетом.</p> <p>В общем случае плоского прямого изгиба в поперечных сечениях балки возникают два внутренних силовых фактора: поперечная сила Q_Y и изгибающий момент M_X</p> <p>Поперечная сила Q_Y в произвольном сечении балки численно равна алгебраической сумме проекций на поперечную ось y всех внешних сил, действующих по одну сторону от рассматриваемого сечения $Q_Y = \sum \pm F_Y$</p> <p>Правило знаков: «+» если балка вращается по часовой стрелке и «-» если балка вращается против часовой стрелке</p> <p>Изгибающий момент M_X в произвольном сечении балки численно равен алгебраической сумме моментов всех сил, расположенных по одну сторону от этого сечения $M_X = \sum \pm M_X(F)$</p> <p>Правило знаков : «+» если деформация балки улыбкой или чашей и «-» если деформация балки печалью или зонтом</p> <p>Если изгибающий момент в сечении балки является единственным силовым фактором, то изгиб называется чистым</p> <p>Если в поперечных сечениях балки, наряду с изгибающими моментами, возникают также и поперечные силы, то имеет место поперечный изгиб</p> <p>Для расчета балок на прочность необходимо знать, как изменяются поперечная сила и изгибающий момент по длине. С этой целью строятся их графики, называемые эпюрами поперечных сил и изгибающих моментов.</p> <p>Нормальные напряжения при изгибе по высоте поперечного сечения балки распределяются по линейному закону $\sigma = (M_x / I_x) y$ достигая максимума в точках, наиболее удаленных от нейтральной линии $\sigma_{\max} = (M_x / I_x) y_{\max}$.</p> <p><i>Величина, равная отношению осевого момента инерции к расстоянию наиболее удаленных точек сечения от нейтральной линии называется моментом сопротивления сечения при изгибе:</i> $W_x = I_x / y_{\max}$</p> <p><i>Осевой момент сопротивления измеряется в см^3 или мм^3.</i></p> <p><i>Для балки прямоугольного сечения с основанием b и высотой h</i></p> $I_x = bh^3 / 12, \quad y_{\max} = h / 2, \quad W_x = bh^2 / 6.$ <p><i>Для балки круглого сечения диаметром d</i></p> $I_x = \pi d^4 / 64, \quad y_{\max} = d / 2, \quad W_x = \pi d^3 / 32 \approx 0,1d^3$
<p>23 Условия прочности и виды расчета балок при изгибе</p>	<p>Условия прочности и виды расчета балок при изгибе</p> <p>Условие прочности по нормальным напряжениям для балок из пластичных материалов: прочность балок из пластичных материалов обеспечена, если наибольшие по абсолютному значению нормальные напряжения, возникающие в опасном сечении, не превышают допустимой величины</p> $\sigma_{\text{наиб}} = M_{\max} / W_x \leq [\sigma]$ <p>Условие прочности по нормальным напряжениям для балок</p>

из хрупких материалов: Для обеспечения прочности балки из хрупкого материала необходимо, чтобы наибольшие растягивающие и наибольшие сжимающие напряжения в опасном сечении не превосходили соответствующих допускаемых напряжений, т.е.

$$\begin{cases} \sigma_{\max} = M_{\max} / W_p \leq [\sigma_p], \\ \sigma_{\min} = M_{\max} / W_c \leq [\sigma_c], \end{cases}$$

где $W_p = I_x / h_1$ и $W_c = I_x / h_2$ - моменты сопротивления растянутого и сжатого волокон; h_1 - расстояние до наиболее удаленного от нейтральной оси растянутого волокна; h_2 - расстояние до наиболее сжатого волокна.

Для балок из пластичных материалов допускаемые напряжения на растяжение и сжатие одинаковы, поэтому рациональными будут являться поперечные сечения симметричны относительно нейтральной оси

Как известно, хрупкие материалы (например, чугун) на сжатие работают значительно лучше, чем на растяжение (для чугуна $[\sigma_c] / [\sigma_p] = 3 \dots 5$). Поэтому для симметричных сечений материал в сжатой зоне будет значительно недогружен. Для несимметричных сечений (например, таврового, П-образного и т.п.) можно добиться одновременного выполнения условия прочности и на растяжение, и на сжатие, т.е. $\sigma_{\max} = [\sigma_p]$ и $\sigma_{\min} = [\sigma_c]$. В этом случае материал будет использоваться наиболее эффективно.

Элементарная теория касательных напряжений при изгибе была предложено в 1855 году Д. К Журавским применительно к балкам прямоугольного сечения и исходит из следующих допущений: касательные напряжения в каждой точке поперечного сечения направлены параллельно поперечной силе Q и распределяются равномерно по ширине сечения балки, но по высоте поперечного сечения балки касательные напряжения распределяются по закону квадратной параболы (в точках верхней и нижней кромок сечения они равны нулю и достигают максимума в точках нейтрального слоя). Этот

максимум равен $\tau_{\max} = \frac{3Q}{2A}$

Проверку прочности балки по касательным напряжениям выполняют по неравенству $\tau_{\max} = kQ_{\max} / A \leq [\tau]$

где k - коэффициент формы, равный: $3/2$ - для прямоугольника, $4/3$ - для круга.

Такая проверка бывает необходима для коротких балок, нагруженных значительными поперечными силами.

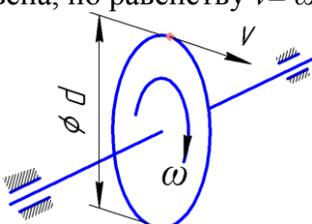
При расчетах балок на прочность различают три вида задач

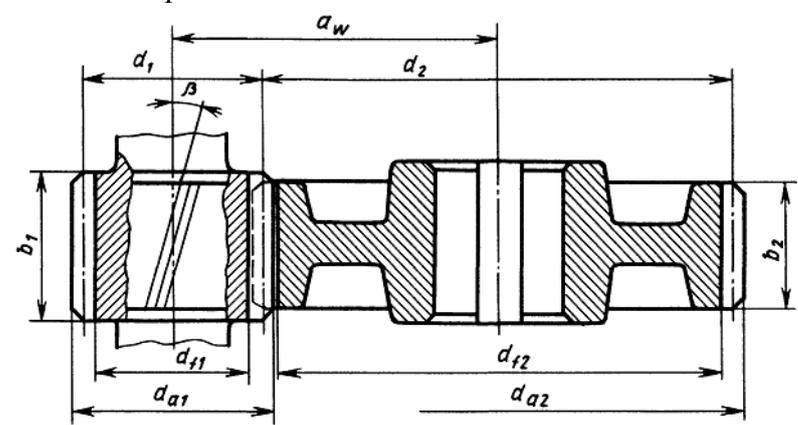
- первый вид задач – проверочный по условию

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{x \max}}{W_x} \leq [\sigma]$$

	<ul style="list-style-type: none"> • второй вид задач – проектный по условию $W_x = \frac{M_{x(\max)}}{[\sigma]} \leq W^{ТАБЛ}$ <ul style="list-style-type: none"> • третий вид задач – определение допускаемого момента $[M]$ или нагрузки $[F]$ из формулы $[M] = [F] \cdot l \leq W_x \cdot [\sigma]$ <p>Наибольший изгибающий момент M_{\max}, наибольший прогиб V и угол поворота Θ в характерных точках для консольных и двухопорных балок, часто встречаемых на практике определяют табличным способом по готовым равенствам.</p>
24 Гипотезы прочности	<p>Гипотезы прочности</p> <p>Известны два типа предельных состояний материала - хрупкое разрушение и текучесть</p> <p>Гипотеза прочности – это теоретическое предположение о причине разрушения материала или возникновения в нем состояния текучести, позволяющая оценить прочность материала при любом напряженном состоянии, если из опыта известна его прочность при простом растяжении.</p> <p>Классические гипотезы хрупкого разрушения - гипотезы наибольших нормальных напряжений σ_{\max} (Г.Галилей) и наибольших линейных деформаций ϵ_{\max} (Мариотт, 1684 г.)</p> <p>Классические гипотезы пластичности (текучести) гипотезы наибольших касательных напряжений τ_{\max} (Кулон, 1773 г.) и удельной потенциальной энергии формоизменения u_{ϕ} (Губер, 1904 г.).</p> <p>Эквивалентное напряжение $\sigma_{\text{экв}}$ - это такое напряжение, которое следует создать в растянутом образце, чтобы его состояние было равноопасно с заданным напряженным состоянием. По смыслу это лишь некоторая условная величина, а не какое-либо реально возникающее напряжение. Его значение зависит не только от заданного напряженного состояния, но и от принятого критерия прочности</p>
РАЗДЕЛ 2 ДЕТАЛИ МАШИН	
25 Основные понятия теории механизмов и машин	<p>Кинематическая пара- соединение двух звеньев, допускающее их относительное движение;</p> <p>Виды кинематических пар - низшие (соединение звеньев по поверхности), высшие (соединение звеньев по линии или точке)</p> <p>Механизм - подвижное соединение деталей, образующих кинематическую цепь, в которой движение ведомых звеньев зависит от движения ведущего звена.</p> <p>Формуле для определения степени свободы плоского механизма $W = 3 \cdot n - 2 \cdot p_5 - p_4$</p> <p>где n – количество подвижных звеньев механизма, p_5 и p_4 – количество кинематических пар первого (низшего) и второго (высшего) класса</p> <p>Чтобы выполнить структурный анализ механизма для его кинематического и силового исследования в кинематических</p>

	<p>цепях механизмов высшие кинематические пары заменяют низшими:</p> <p>Структурный анализ механизма состоит в разбиении кинематической цепи механизма на ведущие звенья и группы ведомых звеньев. Отличие ведущего звена от групп ведомых звеньев в том, что при соединении с неподвижной стойкой степень свободы группы ведомых звеньев - 1, а ведущего звена - 0</p> <p>Отличие кинематического анализа механизма от силового в том, что при кинематическом анализе характеристики определяют в последовательности от ведущего звена к группам ведомых звеньев, а при силовом наоборот;</p> <p>Синтез механизма состоит в присоединении к имеющейся кинематической цепи групп звеньев с числом свободы равным нулю.</p>
<p>26 Механические передачи. Машины</p>	<p>Деталь – обработанная ручным либо машинным способом материя, выполняющая заданные функции.</p> <p>Сборочная единица – неподвижное соединение двух и более деталей</p> <p>Изделие – деталь или сборочная единица, изготовленная согласно действующим стандартам или техническим условиям.</p> <p>Механизм – подвижное соединение двух и более деталей, каждое из которых выполняет закономерное движение.</p> <p>Механизм может быть: 1 энергетическим – преобразует какой-либо вид энергии в механическую работу и наоборот (электродвигатель, ДВС, генератор и т.п.); 2 передаточным – передает механическую энергию от источника к потребителю (передачи: зубчатая, червячная, ременная, цепная и т.п); 3 исполнительным – преобразует механическую энергию в полезную работу (гребной винт, лента конвейера, колесная ось автомобиля и .т.п)</p> <p>Привод – соединение энергетического и передаточного механизма, служащее для создания необходимого и достаточного количества энергии для исполнительного механизма</p> <p>Машина – соединение привода с исполнительным механизмом. Машина преобразует какой либо вид энергии в полезную работу и предназначена для замены, ускорения либо усиления человеческого труда. Машины можно разделить на следующие виды: 1 Энергетические – преобразуют различные виды энергии в полезную работу. 2 Информационные – преобразуют различные виды электронной информации</p> <p>Надежность – способность (вероятность безотказной работы) изделия выполнять необходимые функции, эксплуатационные показатели которых сохраняют заданный диапазон значений в течении требуемого промежутка времени.</p> <p>Календарный срок службы $L_{изм}$ измеряют в годах</p> <p>Рабочий срок $L_{р}$ службы измеряют в часах</p>
<p>27 Классифик</p>	<p>Как правило, угловая скорость вала исполнительного механизма должны быть значительно ниже, чем угловая</p>

<p>ация механических передач</p>	<p>скорость вала двигателя, а вращающий момент должен достаточно большим. Поэтому между ними необходимо расположить передаточный механизм, называемый механической передачей, которая будет понижать кинематическую характеристику (угловую или линейную скорость), а повышать силовую характеристику (вращающий момент или тяговое усилие).</p> <p>Механической передачей называют механизм, состоящий из ведомого и ведущего звеньев, предназначенная для передачи энергии от ведущего звена ведомому. Функции, выполняемые механическими передачами изменение кинематических и силовых характеристик, а также вида движения (с поступательного на вращательное наоборот)</p> <p>Механические передачи классифицируются:</p> <p>1 по взаимному расположению ведущего и ведомого валов в пространстве</p> <p>а) передачи между параллельными валами, б) между пересекающимися валами, в) между скрещивающимися валами;</p> <p>2 по принципу осуществления передачи движения</p> <p>а) передачи трением, б) передачи зацеплением;</p> <p>3 по способу контакта между ведущим и ведомым звеньями</p> <p>а) передачи с непосредственным касанием, в) передачи с гибкой связью.</p>
<p>28 Кинематические и силовые характеристики механических передач</p>	<p>В механической передаче звено, передающее энергию называют ведущим, а звено, принимающее энергию называют ведомым. Параметрам ведущего звена присваивают меньший числовой индекс (например 1), а ведомому больший (например 2).</p> <p>Передаточное число u – это отношение угловой скорости вала ведущего звена ω_1 к угловой скорости вала ведомого ω_2. Это же отношение справедливо, если заданы частоты вращения валов n_1 и n_2. $u = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2$</p> <p>Звенья механической передачи чаще всего совершают вращательное движение, поскольку при таком движении накопление энергии звеном не требует дополнительного пространства, в отличие от поступательно движущихся звеньев. Наибольшая линейная скорость точек вращающегося звена (колеса, шкива, звездочки) называется окружной v. Ее определяют по известным диаметру d и угловой скорости ω звена, по равенству $v = \omega \cdot d/2$</p>  <p>Рисунок – Связь окружной и угловой скоростей</p> <p>Мощность на валу определяют, если известны</p>

	<p>а) окружное усилие F и окружная скорость v, по равенству $P=F \cdot v$</p> <p>б) и вращающий момент T угловая скорость ω, по равенству $P=T \cdot \omega$</p> <p>Окружное усилие F и вращающий момент T связаны между собой соотношением $T=F \cdot d/2$</p> <p>Коэффициент полезного действия η (КПД) механической передачи, показывает какая доля мощности, подводимой к ведущему звену P_1 сохраниться на ведомом звене P_2, то есть $\eta=P_2/P_1$.</p>
<p>29 Зубчатые передачи: кинематические и геометрические характеристики</p>	<p>Зубчатая передача – это кинематическая пара (высшая), звенья которой зубчатые колеса.</p> <p>В зависимости от наклона зубьев передача может быть прямозубая и косозубая. В зависимости от расположения осей колес передача может быть с перекрещивающимися, параллельными или со скрещивающимися валами. В зависимости от наличия корпуса передача может быть открытая и закрытая (редуктор)</p> <p>Движение в зубчатых передачах передается за счет зацепления зубьев, практически без скольжения, что определяет высокий КПД (0,96...0,97)</p> <p>Стандартизированным параметром зубчатых колес является модуль m зубьев. У зубчатых колес находящихся в зацеплении должны быть одинаковыми модули.</p> <p>Модуль прямозубой передачи равен $m=d/z$</p> <p>Модуль m зубьев также показывает отношение шагу зубьев p_k числу π</p> <p>Косозубые колеса войдут ли в зацепление тогда, когда у одного из колес направление зубьев правое, а у другого левое</p> <p>Модуль зубьев определяет высота головки $h_a = 1 \cdot m$ и ножки $h_f = 1,25 \cdot m$ зуба. $h=2,25m$ полная высота зуба</p> <p>Передаточное число зубчатой передачи определяют формуле</p> $u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1}$ <p>Диаметры колеса обозначают буквами d_a - выступов, d_f - впадин, d - делительный</p> <p>Межосевое расстояние $a_w = d_1/2 + d_2/2$</p> 

<p>30 Зубчатые передачи: материалы и разновидности разрушения зубьев</p>	<p>На модуль зубьев m влияет допускаемое напряжение изгиба $[\sigma]_F$, а на межосевое расстояние a_w влияет допускаемое контактное напряжение $[\sigma]_H$. Допускаемое напряжение изгиба $[\sigma]_F$ и контактное напряжение $[\sigma]_H$. Определяются в зависимости от твердости и термообработки материала колес. Шкалу твердости по Роквеллу обозначают буквами HRC, а по Бринелля буквами HB. Коэффициент перевода значение твердости из шкалы HRC в шкалу HB таковы $1 \text{ HRC} \approx 10 \text{ HB}$ Зубчатые колеса, изготовленные из углеродистой стали марки 40, 45, 40X подвергаю термической обработке - улучшению (закалка + высокий отпуск) В процессе закалки изделия охлаждают в масле. В процессе отпуска изделия охлаждают на открытом воздухе. Разновидности разрушения зубьев 1) выкрашивание рабочей поверхности зуба (вызвано наличием смазочного материала во впадинах шероховатости рабочей поверхности зубьев) 2) абразивный износ (вызвано наличием твердых частиц (пыли) в месте контакта зубьев) 3) заедание рабочей поверхности зуба (приваривание или «смазывание» рабочих поверхностей зубьев друг к другу, вызванное частыми перегрузками зубчатой передачи) 4) поломка зуба (вызвано усталостью, а также неточностью формы зубьев при изготовлении) Наиболее опасным видом разрушения с точки зрения безопасности эксплуатации является поломка зуба.</p>
<p>31 Червячные передачи: кинематические и геометрические характеристики</p>	<p>Червячная передача – это кинематическая пара (высшая), звеньями которой являются червяк (винт) и косозубое колесо. Назначение червячной передачи - передача вращательного движения между скрещающимися валами. В зависимости от формы червяка передача может быть цилиндрическим или глобоидным червяком. В зависимости от расположения оси червяка передача может быть верхним. Нижним или боковым расположением червяка. В зависимости от наличия корпуса передача может быть открытая и закрытая (редуктор). В зависимости от числа витков червяка – одно-, двух- и четырехзаходный червяк (выбирают в зависимости от передаточного числа червячной передачи) Движение в зубчатых передачах передается за счет скольжения витков червяка по зубьям колеса, вследствие чего значительны потери мощности на трение скольжение, что определяет не высокий КПД (0,70...0,85) Достоинство червячной передачи - большая величина передаточного числа и возможность самоторможения передачи Недостаток червячной передачи - низкий КПД</p>

Стандартизированным параметром червяков является модуль m зубьев и коэффициент диаметра q .

Передачное число червячной передачи определяют по

формуле
$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

Зубья венца червячного колеса при нарезании корректируют, для того чтобы значение a_w оставалось равным стандартному числу. Коэффициент смещения зуборезного инструмента определяют

$$x = \frac{a_w}{m} - 0,5 \cdot (q + z_2)$$

по уравнению:

Основные геометрические размеры передачи, мм:

а) основные размеры червяка

делительный диаметр $d_{a1} = z_1 \cdot m$

начальный диаметр $d_{\omega 1} = m \cdot (q + 2 \cdot x)$

диаметр вершин витков $d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m$

диаметр впадин витков $d_{f1} = d_1 - 2,4 \cdot m$

длина нарезаемой части червяка $b_1 = (10 + 5,5 \cdot |x| + z_1) \cdot m$;

б) Основные размеры венца червячного колеса:

делительный диаметр $d_{a2} = d_{\omega 2} = z_2 \cdot m$

диаметр вершин зубьев $d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m \cdot (1 + x)$

диаметр впадин зубьев $d_{f2} = d_2 - 2 \cdot m \cdot (1,2 - x)$

наибольший диаметр колеса $d_{aM2} \leq d_{a2} + 6 \cdot m / (z_1 + 2)$

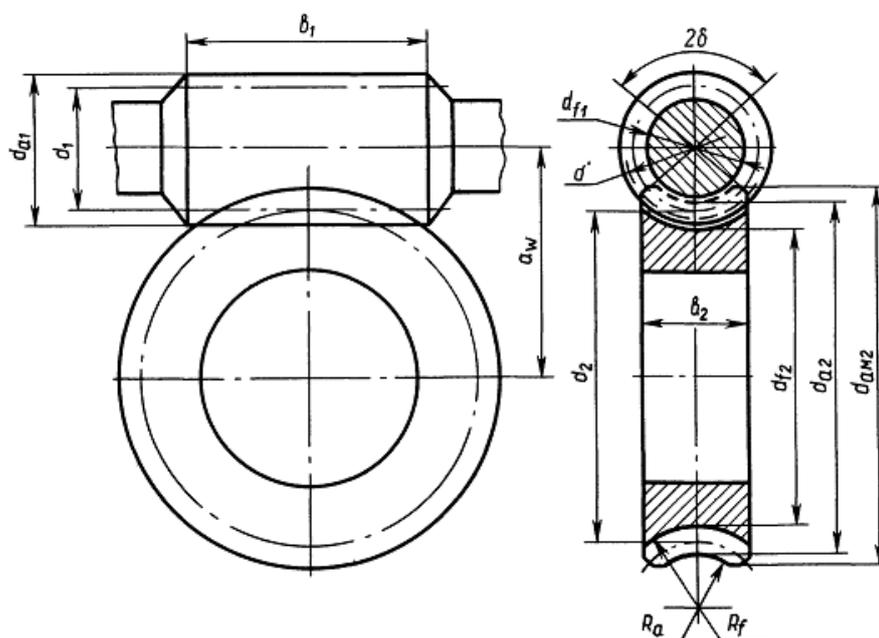
ширина венца: при $z_1 = 1$ или 2 , $b_2 = 0,355 \cdot a_w$; при $z_1 = 4$,

$b_2 = 0,315 \cdot a_w$;

радиусы закруглений зубьев: вершин $R_a = 0,5 \cdot d_1 - m$; впадин

$R_f = 0,5 \cdot d_1 + 1,2 \cdot m$

условный угол обхвата червяка венцом колеса 2δ : $\sin \delta = b_2 / (d_{a1} - 0,5 \cdot m)$



<p>32 Червячные передачи: материалы и разновидности разрушения зубьев</p>	<p>На межосевое расстояние a_w влияет допускаемое контактное напряжение $[\sigma]_H$ материала зуба червячного колеса Допускаемое напряжение изгиба $[\sigma]_F$ и контактное напряжение $[\sigma]_H$ материала червяка определяются в зависимости от твердости и термообработки. Группа материала, допускаемое напряжение изгиба $[\sigma]_F$ и контактное напряжение $[\sigma]_H$ материала червячного колеса определяются в зависимости от величины скорости скольжения v_s витков червяка по зубьям колеса. Материал, применяемый для изготовления червяка углеродистая сталь марки 40, 45, 40X Термическая обработка, которой подвергаются червяки, изготовленные из углеродистой стали марки 40, 45, 40X - улучшение + закалка токами высокой частоты Материал для изготовления венца червячного колеса – бронза, латунь, серый чугун. Дополнительной термообработке бронзовые венцы червячных колес подвергают, а на значение характеристик влияет выбор способа получения заготовки венца (в кокиль, в землю, центробежный) Разновидности разрушения зубьев 1) выкрашивание рабочей поверхности зуба (вызвано наличием смазочного материала во впадинах шероховатости рабочей поверхности зубьев колеса и витков червяка) 2) абразивный износ (вызвано наличием твердых частиц (пыли) в месте зацепления) 3) заедание рабочей поверхности зуба (приваривание или «смазывание» рабочих поверхностей зубьев друг к другу, вызванное частыми перегрузками червячной передачи) 4) поломка зуба (вызвано усталостью, а также неточностью формы зубьев при изготовлении) Наиболее распространенным видом разрушения зуба червячного колеса является износ зуба.</p>
---	--

<p>33 Ременные передачи: особенности конструкции</p>	<p>Ременная передача – это механизм, состоящий из ведущего шкива, ремня и ведомого шкива. Сцепление ремня со шкивами – за счет сил трения, но в работе ременной передачи, вследствие растяжения ремня, присутствует упругое скольжение ремня на шкиву (это нормальное явление)</p> <p>Ременные передачи преимущественно используют в быстроходных ступенях по причине слабой уязвимости к высоким скоростям ремня.</p> <p>В зависимости от формы поперечного сечения ремня и относительной величины силы трения со шкивом, ременные передачи классифицируют на: а) плоскоременные; б) клиноременные; в) поликлиновые; г) зубчато-ременные д) круглоременные.</p> <p>Из ременных передач наибольшее значение КПД ($\eta=0,98\dots 0,99$) может принимать поликлиновая передача.</p> <p>Дополнительно устанавливают на ведомой ветви ремня натяжной ролик, обеспечивая тем самым необходимое натяжение ремня.</p> <p>Для обеспечения центрирования плоского ремня поверхность шкива делают выпуклой.</p> <p>Ремень – это корд-ткань в теле резины, покрытой прорезиненной тканью</p> <p>Корд-ткань в ремне обеспечивает его прочность</p> <p>Прорезиненная ткань в ремне обеспечивает лучшее сцепление ремня со шкивом</p>
<p>34 Ременные передачи: силовые и кинематические характеристики</p>	<p>Вследствие растягивания ремня, скорость его набегающей ветви меньше чем сбегающей. Относительную потерю скорости</p> $\varepsilon = \frac{v_{CB} - v_{НАБ}}{v_{CB}}$ <p>определяет коэффициент проскальзывания ε</p> <p>Передаточное число ременной передачи $u=D_2/(D_1 \cdot (1-\varepsilon))$</p> <p>Долговечность (сопротивляемость усталостному разрушению или расслаиванию) ремня зависит от числа пробегов ремня в секунду $[U]=v/l \leq 30 \text{ с}^{-1}$ (Гц).</p> <p>Где v- скорость ремня (м/с), l–длина ремня (м). Долговечность ремня при данном условии составляет 5000-8000 часов непрерывной работы.</p> <p>При движении ремня под нагрузкой его натяжение на ведущей ветви увеличивается на $F_t/2$, а натяжение ведомой ветви уменьшается на $F_t/2$, где F_t – окружное (полезное) усилие, $F_t=T \cdot 2/D$</p> <p>Сила давления F_n на валы шкивов временной передачи определяется в зависимости от предварительного натяжения ремня F_0, $F_n=2F_0 \cdot \sin(\alpha/2)$, где α – угол обхвата шкива ремнем</p> <p>Если упругое скольжение отсутствует это означает, передача работает в холостую (без нагрузки F_t)</p> <p>Если повышать усилие F_t то участок упругого скольжения доходит до всего участка обхвата и происходит частичное буксование, при этом КПД η стремительно понижается, коэффициент ε стремительно повышается. При дальнейшем</p>

	повышении F_t происходит полное буксования ремня на шкиву.
35 Цепные передачи: особенности конструкции и	<p>Цепная передача – это механизм, состоящий из ведущей звездочки, цепи и ведомой звездочки. Сцепление цепи со звездочками – за счет сил усилия зуба звездочки на шарнир цепи (зацепления)</p> <p>Цепные передачи преимущественно используют в тихоходных ступенях по причине высокой уязвимости цепи к высоким скоростям. А также большей нагрузочной способности цепи, в сравнении с ремнем.</p> <p>В зависимости от конструкции цепи, цепные передачи классифицируют на: а) грузовые; б) транспортные; в) приводные (втулочные или втулочно-роликовые, зубчатые).</p> <p>Цепь – это сдвоенный ряд пластин, соединенных шарнирно с помощью оси и втулки). Количество рядов может быть два и более. Шарнирное соединение между звеньями образуют ось (в наружных рядах пластин) и втулка (во внутренних рядах).</p> <p>В малоответственных передачах применяют втулочные цепи. Наибольшее распространение имеют втулочно-роликовые приводные цепи. Наиболее дорогостоящими из приводных являются зубчатые цепи.</p> <p>При величине вытяжки длины цепи в длину двух шагов у нее удаляют соответственно два звена</p> <p>Значение КПД цепной передачи $\eta=0,95\dots0,97$.</p> <p>Дополнительно устанавливают на ведомой ветви оттяжную звездочку, обеспечивая тем самым необходимое отдаление цепи от ведущей ветви и исключение подхватывания (захлестывания) цепи звездочкой.</p>
36 Цепные передачи: силовые и кинематические характеристики	<p>При проектном расчете цепной передачи шаг цепи t определяют из условия износостойкости шарниров цепи по величине давления в шарнире $p_n \leq [p_n]$.</p> $t = 28 \cdot \sqrt[3]{\frac{T \cdot K_\varepsilon}{z_1 \cdot [p]}}$ <p>Долговечность цепи при таком условии (нормальное условие эксплуатации) составляет от 8 до 10 тыс. часов</p> <p>Значение шага t, полученного при проектном расчете следует округлять в большую сторону до ближайшего стандартного числа (15,875 мм, 19,05 мм, 25,4 мм, 31, 5 мм)</p> <p>Передаточное число ременной передачи $u = D_2/D_1 = z_2/z_1$</p> <p>Где D_1 и D_2 – делительные диаметры ведущей и ведомой звездочек</p> <p>Проверку прочности цепи ведут по условию $S \geq [S]$, где S – фактический коэффициент запаса прочности,</p>

	$S = \frac{F_p}{F_t \cdot K_{\text{э}} + F_0 + F_v}$ <p>где F_t - окружное усилие в передаче, (в Н) $F_t = \frac{P}{v}$</p> <p>F_0 - усилие от провисания ведомой ветви (в Н) $F_0 = k_f \cdot q \cdot a \cdot g \cdot 10^{-3}$</p> <p>Коэффициент k_f учитывает расположение цепи: $k_f = 6$ - горизонтальная передача, $k_f = 3$ - передача под наклоном к горизонту более 30°, $k_f = 1$ вертикальная передача</p> <p>q - масса 1-го метра цепи: $q = 1,00$ кг/м для $t = 15,875$ мм, $q = 1,90$ кг/м для $t = 19,05$ мм, $q = 2,60$ кг/м для $t = 25,4$ мм, $q = 3,80$ кг/м для $t = 31,5$ мм,</p> <p>F_p - разрушающая нагрузка для цепи, (в Н) : $F_p = 23000$ Н для $t = 15,875$ мм, $F_p = 31800$ Н для $t = 19,05$ мм, $F_p = 60000$ Н для $t = 25,4$ мм, $F_p = 89000$ кг/м для $t = 31,5$ мм,</p> <p>F_v - натяжение цепи от центробежных сил, (в Н) : $F_v = q \cdot v^2$</p> <p>[S] - допускаемый коэффициент запаса прочности : [S]=7,2 при $n_I=50$ об/мин; [S]=8 при $n_I=200$ об/мин, [S]=8,9 при $n_I=400$ об/мин; [S]=9,7 МПа при $n_I=600$ об/мин; [S]=10,8 при $n_I=800$ об/мин.</p>
<p>37 Цепные передачи: общие правила эксплуатации и ремонта</p>	<p>На выбор допускаемого давления в шарнире цепи [p] в наибольшей степени влияет частота вращения меньшей звездочки ($[p]=35$ МПа при $n_I=50$ об/мин; $[p]=30$ МПа при $n_I=200$ об/мин, $[p]=26$ МПа при $n_I=400$ об/мин; $[p]=23,5$ МПа при $n_I=600$ об/мин; $[p]=21$ МПа при $n_I=800$ об/мин). Поэтому, применение натяжных устройств (отжимной звездочки, нажимного ролика) не будет способствовать уменьшению давления в шарнире цепи.</p> <p>На минимальное число зубьев ведущей звездочки z_1 влияет передаточное число цепной передачи $z_1=29-2 \cdot u$</p> <p>Равномерному изнашиванию цепи способствует четное число зубьев цепи L и нечетное зубьев звездочек z_1 и z_2</p> <p>При смене способа смазывания с непрерывного на периодический снижается КПД, следовательно нагрузка F_t на цепь нужно понизить.</p> <p>Число зубьев ведомой звездочки z_2 (для приводной роликовой цепи) принимают не больше 120 по причине вероятности соскакивания цепи со звездочки, когда цепь удлинена на величину менее двух шагов.</p>
<p>38 Подшипники скольжения</p>	<p>Участки вращающихся осей и валов, служащие в качестве опор называют цапфами. Цапфы, расположенные в средней части вала или оси называют шейками, а у края вала – шипами (рисунок 1)</p>

я: краткое описание

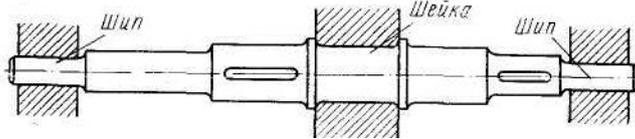


Рисунок 1 - Цапфы на участках вала или оси

Неподвижной опорой для цапф служит подшипник. В зависимости от характера трения между цапфой и неподвижной опорой различают подшипники скольжения и качения.

Подшипники скольжения. Простейшая опора скольжения для цапфы вала выполняется в виде втулки, запрессованной в корпус. Втулка выполнена из специального антифрикционного материала (например, бронзы, баббита, латунь, чугун, пластик). Опорой также может служить непосредственное отверстие корпуса. Подшипники скольжения рекомендуется применять в том случае, когда частота вращения вала более 3000 об/мин.

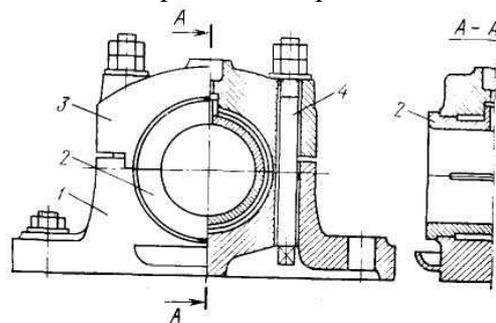
Удобство монтажа и демонтажа, а также относительная простота конструкции являются достоинствами подшипников скольжения. Однако у них есть и существенные недостатки, в первую очередь — большие потери мощности на преодоление сил трения скольжения

Смазочные канавки должны располагаться выше нагрузочной зоны

Также применимы смазки разной консистенции - жидкие (частота вала $n > 3000$), пластичные ($n \leq 3000$ условия периодической подачи), твердые ($n < 2000$)

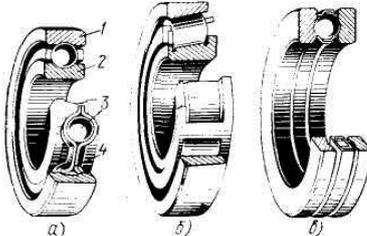
39
Подшипник скольжения: особенности конструкции и

Наиболее часто, особенно при больших нагрузках, применяют подшипник с разрезной втулкой (разъемными вкладышами) (рис. 6). Он состоит из корпуса 1, разъемного вкладыша 2, крышки 3 и болтов 4. Отверстие в крышке служит для установки масленки, из которой масло поступает на трущиеся поверхности. Такой подшипник удобно устанавливать на любом участке вала, в то время как неразъемный подшипник можно установить лишь на концевой опоре — шипе. В разъемном подшипнике можно регулировать зазор между валом и вкладышем путем поджатия болтами 4 крышки с верхней половиной вкладыша.



Наиболее часты видом разрушения вкладыша подшипника скольжения является износ и заедание

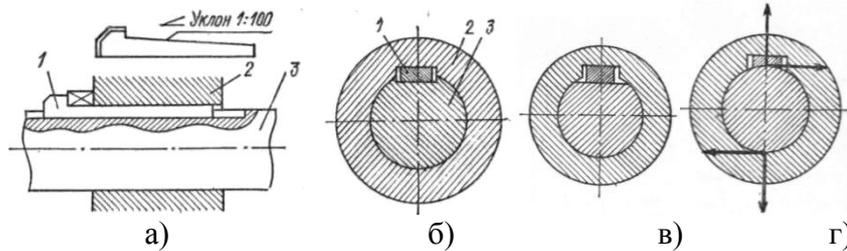
Для того, чтобы подшипник скольжения работал с наименьшими затратами энергии на трение, необходимо обеспечить жидкостное

	трение, для чего необходимо обеспечить допустимый зазор и консистенцию смазки. При запуске подшипника скольжения масляный клин переходит в масляное кольцо
<p>40</p> <p>Подшипник качения: конструкция, монтаж и демонтаж</p>	<p>Широкое применение подшипников качения объясняется малым сопротивлением при трении качения. Подшипник качения (рисунок, <i>а-в</i>) состоит из внутреннего 2 и наружного 1 колец, тел качения 3 (в данном случае шарики) и сепаратора 4. Внутреннее кольцо обычно жестко насаживается на вал, а наружное закрепляется в корпусе. Между вращающимися и неподвижными кольцами расположены тела качения, удерживаемые на постоянном расстоянии друг от друга сепаратором (слово «сепаратор» означает – разделитель).</p>  <p><i>а</i> — шариковый радиальный однорядный, <i>б</i> — роликовый конический радиально-упорный, <i>в</i> — шариковый упорный одинарный; 1 — наружное кольцо, 2 — внутреннее кольцо, 3 — шарик, 4 — сепаратор</p> <p>Рисунок 1 - Подшипники качения</p> <p>Твердость тел и колец подшипника качения должна соответствовать значениям HRC 61...63.</p> <p>Наиболее распространенным видом разрушения подшипников качения является усталостное выкрашивание дорожек и тел качения</p> <p>Подшипник на вал монтируют ударами по внутреннему с использованием промежуточного кольца</p> <p>Демонтаж подшипников качения с вала осуществляют с помощью предварительного нагрева подшипника или посредством трехлапчатого винта</p> <p>Монтаж радиально-упорных подшипников качения по способу «враспор» и «врастяжку» означает, что осевые силы, возникающие от самих подшипников качения, скомпенсированы. При этом, если «враспор» - участок вала между подшипниками сжат, а «врастяжку» - участок вала растянут;</p> <p>Упорный подшипник качения предназначен для восприятия только осевой нагрузки.</p>
<p>41</p> <p>Подшипник качения: классификация</p>	<p>1) В зависимости от формы тел качения подшипники делятся на шариковые и роликовые, а в зависимости от числа рядов тел качения — на одно-, двух- и многорядные.</p> <p>2) По характеру нагрузок, для восприятия которых предназначены подшипники, их разделяют на радиальные, осевые (упорные) и радиально-упорные. Радиальные подшипники предназначены для противодействия таким внешним силам,</p>

	<p>которые направлены перпендикулярно продольной оси подшипника (вала), т. е. по линии, совпадающей с одним из радиусов этих деталей. Осевые подшипники удерживают вал от осевых перемещений, т. е. перемещений в направлении продольной оси подшипника (вала). И, наконец, радиально-упорные подшипники одновременно противодействуют как радиальным, так и осевым перемещениям валов. Все подшипники стандартизованы.</p> <p>3) В зависимости от соотношения радиальных и осевых размеров их разделяют на серии: легкую, среднюю, тяжелую. При одинаковом внутреннем диаметре подшипники легкой серии имеют меньшую ширину и наружный диаметр, чем подшипники средней серии.</p>
<p>42 Подшипник качения: расшифровка номера</p>	<p>Номер подшипника качения наносят на торец одного из колец. Номер может содержать от трех (***) до семи цифр (*****). Нули, стоящие в номере (справа налево) опускают. Седьмая и шестая цифры не рассматриваются в учебном процессе, следовательно их в номере не ставят.</p> <p>Порядок определения цифр в номере подшипника качения</p> <ul style="list-style-type: none"> - первая и вторая - внутренний диаметр подшипника (результат деления диаметра на 5) - третья - серия подшипника по ширине - четвертая - тип подшипника - пятая - конструктивная особенность подшипника <p>Пример расшифровки номеров 217, 7310, 36208 и 46315</p> <p><u>217</u> 17 – внутренний диаметр подшипника $17 \times 5 = 85$ мм 2 – подшипник легкой серии (по диаметру) 0 – тип подшипника – шариковый радиальный</p> <p><u>7310</u> 12 – внутренний диаметр подшипника $12 \times 5 = 60$ мм 3 – подшипник средней серии (по диаметру) 7 – тип подшипника – роликовый радиально-упорный</p>
<p>43 Подшипник качения: основы проверочного расчета</p>	<p>Долговечность подшипника качения определяется: 1) динамической грузоподъемностью, т. е. по способностью в течение 1 млн. оборотов выдерживать без разрушения заданную нагрузку при частоте вращения вала более 1 об/мин; 2) статической грузоподъемностью – способностью в течение 1 млн. оборотов выдерживать заданную нагрузку при частоте вращения менее 1 об/мин.</p> <p>Пригодность подшипника качения устанавливают по условию рабочая грузоподъемность должна быть меньше динамической грузоподъемности, т.е. $C_{Rраб} \leq C_R$ или расчетная долговечность должна быть больше допустимой $L \geq [L] = 10000 \dots 12000$ часов.</p> <p>Связь между долговечностью L, эквивалентной нагрузкой на подшипник $R_{\text{э}}$ и динамической грузоподъемностью C_R определяется так $L = (C_R / R_{\text{э}})^{\alpha}$ Эквивалентную нагрузку на подшипник качения вычисляют по формуле:</p>

	$R_3 = (X \cdot R_r + R_a \cdot Y) \cdot K_B$
44 Классификация соединения деталей машин	<p>Соединения деталей машин бывают разъемные и неразъемные. К неразъемным видам соединений относят сварочные, заклепочные, клеевые</p> <p>Разновидности сварочных соединений - внахлест, тавровое, угловое, стыковое</p> <p>Для заклепочных соединений обязательно необходимо сквозное отверстие в соединяемых деталях:</p> <p>К разъемным соединениям относят соединение муфтами, болтовое, шлицевое; шпоночное</p> <p>В болтовом соединении должны присутствовать: болт, шайба, гайка</p> <p>В шпоночном соединении должны участвовать: вал, шпонка, ступица колеса</p> <p>Отличие шлица от шпонки в том, что шлиц выполнен заодно с валом и шлицов на валу может быть четыре и более.</p>
45 Соединение муфтами	<p>Муфты предназначены для соединения валов</p> <p>Классификация механических муфт по характеру работы и типу</p> <p>Постоянная – Глухие, Компенсирующие, Упругая (Например, упругая втулочно-пальцевая), Жесткая (Например, крестово-шарнирная муфта);</p> <p>Сцепная - Кулачковая муфта, Фрикционная муфта</p> <p>Самоуправляемая - Центробежная, Предохранительная</p> <p>Фрикционную сцепную муфту можно соединить и разъединить при вращающихся валах («на ходу»):</p> <p>Муфты предназначены для соединения концов двух валов, расположенных соосно, а также передачи вращательного движения. Основной характеристикой муфт является передаваемый вращающий момент T. Муфты являются стандартными изделиями и подбираются по расчетному вращающему моменту $T_{расч} = K \cdot T$, где K – коэффициент режима работы муфты (от 1,15 до 4).</p>
46 Шпоночные и шлицевые соединения	<p>Шпоночное соединение будет образовано, если в соединение вала со ступицей какой-либо детали поместить стержень призматической формы – шпонку. Таким образом создается условие жесткого соединения вала со ступицей. Шпоночное соединение обеспечивает передачу вращающего момента от вала к ступице детали через промежуточную деталь - шпонку. В зависимости от формы и назначения шпонки бывают:</p> <p>1 Призматические (для неподвижных соединений рис.1, а) и направляющие (для подвижных соединений рис.1, б)</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>а) поперечное сечение шпоночного соединения; б) конструкция подвижного шпоночного соединения</p> <p style="text-align: center;">Рисунок 1</p>

2 Клиновые (призматическая шпонка с уклонной одной грани 1:100)

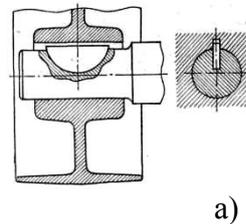


а) конструкция шпоночного соединения клиновой шпонкой; б) клиновая шпонка, расположена в пазу вала; в) клиновая шпонка, расположена на лыске вала г) фрикционная клиновая шпонка (паз на валу отсутствует)

1 – клиновая шпонка; 2 – ступица детали; 3 вал

Рисунок 2

3 Сегментные



а) конструкция шпоночного соединения с сегментной шпонкой; б) поперечное сечение шпоночного соединения с сегментной шпонкой

Рисунок 3

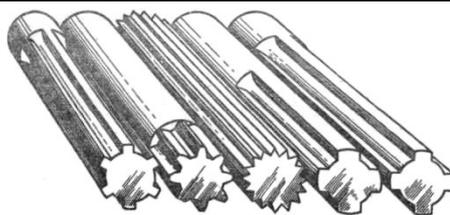
В отверстиях ступицы выполняют паз призматической формы, а на валу, в зависимости от формы шпонки выполняют:

- а) паз призматической формы – для призматической или клиновой (врезной) шпонки (рис.2, б)
- б) паз сегментной формы – для сегментной шпонки
- в) лыску – для клиновой шпонки (рис. 3, в)
- г) паз не выполняют – для фрикционной клиновой шпонки (рис.2, г)

Размеры призматической шпонки $b \times h$ определяют по ранее рассчитанному диаметру d вала в таблицах ГОСТа. Длину l шпонки обычно принимают равной $1,5 d$, а затем производят проверочный расчет шпонки на срез и смятие.

Соединение в котором отсутствует шпонка, но на валу выполнены выступы определенной формы называется шлицевым (рис. 4). В отверстиях ступицы выполнены пазы соответствующей формы.

Шлицевые соединения обеспечивают более высокую точность соединения и нагрузочную способность. Центрирование ступицы на шлицевом валу может осуществляться по диаметру выступов, впадин или по боковым поверхностям шлицев.



а) б) в) г) д)
а), г), д) – равнобочные шлицы; б) – эвольвентные шлицы; в) –
треугольные шлицы

Рисунок 4

РАЗДЕЛ 4 ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ СТАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

<p>47 Гидростатика: понятия, законы</p>	<p>Гидростатика – раздел механики, в котором изучают закономерности равновесного состояния жидкости</p> <p>Гидростатическим давлением называют силу тяжести столба жидкости высотой h отнесенную к единице площади</p> <p>Уравнение гидростатического давления $p = \rho \cdot g \cdot h$, единицы измерения величин p - давление (Па), ρ - плотность жидкости (кг/м^3), g - ускорение свободного падения (м/с^2), h - высота столба жидкости (м)</p> <p>Полное (абсолютное) гидростатическое давление в данной точке жидкости равно алгебраической сумме давлений окружающей среды и столба жидкости $p_{\text{абс}} = p_0 + p$</p> <p>Устройство, показывающее превышение давления (гидростатическое давление) в данной точке жидкости над давлением окружающей среды, называют манометром.</p> <p>Формулировка закона Архимеда - на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу жидкости, вытесненной данным телом $F_A = \rho g V$</p> <p>Формулировка закона Паскаля - давление столба жидкости одинаково по всем пространственным направлениям</p>
<p>48 Гидродинамика</p>	<p>Гидродинамика – раздел механики, в котором изучают закономерности движущейся жидкости.</p> <p>Уравнение неразрывности потока жидкости записывают так $Q_1 = Q_2 = v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2$</p> <p>Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости $Z_1 + P_1 / (\rho \cdot g) + v_1^2 / 2g = Z_2 + P_2 / (\rho \cdot g) + v_2^2 / 2g$ где Z_1, Z_2 – геометрическая высота уровней «I-I» и «II-II» относительно нулевой линии «0-0»</p> <p>P_1, P_2 – давление внешней среды над уровнями «I-I» и «II-II»;</p> <p>v_2 и v_1 – скорости жидкости на уровнях «I-I» и «II-II»;</p> <p>ρ – плотность жидкости; для воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$;</p> <p>$g$ – ускорение свободно падающего тела, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.</p> <p>Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости $Z_1 + P_1 / (\rho \cdot g) + v_1^2 / 2g = Z_2 + P_2 / (\rho \cdot g) + v_2^2 / 2g \cdot (\xi_{\text{пут}} + \sum \xi_{\text{мест}})$</p> <p>Где $\xi_{\text{пут}}$ – коэффициент путевых потерь, зависящий от длины, диаметра и шероховатости внутренней поверхности трубопровода</p>

	<p>$\Sigma \xi$мест- сумма коэффициентов местных потер (клапаны, колена, сужения и расширения)</p> <p>Полезную мощность насоса определяют по уравнению $N=Q \cdot \rho \cdot g \cdot h$ Где Q-подача (расход $\text{м}^3/\text{с}$, ρ- плотность жидкости, $g=9,81 \text{ м/с}^2$, h – высота подъема жидкости , м.</p> <p>Режим движения жидкости определяют в зависимости от числа Рейнольдса Re, по формуле:</p> $Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$ <p>где v – скорость потока жидкости в трубопроводе, м/с; d – диаметр трубопровода, м; ν - кинематическая вязкость жидкости, $\text{м}^2/\text{с}$.</p> <p>Режим движения жидкости: ламинарный, если $Re \leq 2300$; переходной, если $2300 \leq Re \leq 4000$; турбулентный, если $Re \geq 4000$</p>
<p>49 Термодинамика: определения и параметры газа</p>	<p>Термодинамика - раздел механики, в котором изучают термодинамические процессы идеальных и реальных газов</p> <p>Газ называют идеальным если в нем отсутствуют связи между молекулами (Ван-Дер Ваальсовы силы)</p> <p>Закон Авогадро - один моль газа при нормальных условиях ($T=273 \text{ К}$, $P=101325 \text{ Па}$) занимает объем $22,4 \text{ л}$</p> <p>Характеристики газа:</p> <p>1) Абсолютное давление (в паскалях)</p> $p = p_{атм} + p_{изб}$ <p>где $p_{атм}$ - атмосферное давление (Па); $p_{изб}$ - избыточное давление (Па)</p> <p>2) Абсолютная температура $T = 273,15 + t$ где $273, 15$ – температура нуля градусов по шкале Цельсия в абсолютной системе температур (шкале Кельвина); t – температура газа по шкале Цельсия</p> <p>3) Массу газа (в килограммах) определяют из уравнения состояния (уравнения Менделеева-Клайперона)</p> $m = \frac{p \cdot V}{\frac{R_{\mu}}{\mu} \cdot T}$ <p>где m – масса газа (кг); p - абсолютное давление газа (Па); R_{μ} - универсальная газовая постоянная , $R_{\mu}=8,314 \text{ Дж}/(\text{кмоль} \cdot \text{К})$; μ - молярная масса газа (кг/кмоль); T - абсолютная температура газа (в кельвинах)</p> <p>4) Внутренняя энергия газа U (равна теплу, переданному газу в процессе при постоянном объеме)</p> $U = m \cdot c_v \cdot (T - T_0)$ <p>где c_v – удельная теплоемкость газа в процессе при постоянном объеме, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; T_0 – абсолютная температура нуля градусов по шкале Цельсия, равная $T_0=273,15 \text{ }^{\circ}\text{К}$ по шкале Кельвина</p> <p>5) Энтальпия газа H (равна теплу, переданному газу в процессе</p>

	<p>при постоянном давлении).</p> $H = m \cdot c_p \cdot (T - T_0)$ <p>где c_p – удельная теплоемкость газа в процессе при постоянном давлении, кДж/(кг·К);</p> <p>б) Энтропия газа S</p> $S = m \cdot \left(c_p \cdot \ln \frac{T}{T_0} - R \cdot \ln \frac{p}{p_0} \right)$ <p>где R – удельная газовая постоянная газа Дж/(кг·К) $R = R_\mu / \mu$; p_0 – атмосферное давление, $p_0 = 101325$ Па Параметры газа: давление, температура, объем – называют термическими характеристиками; внутренняя энергия, энтальпия, энтропия – калорические Параметры газа: внутренняя энергия, энтальпия, энтропия – называют калорическими характеристиками Параметры газа: объем (v), энтальпия (h), энтропия (s), называют удельными, если относятся к 1 кг массы газа Связь между удельной R и универсальной R_μ газовой постоянной $R = R_\mu / \mu$</p>
<p>50 Термодинамические процессы. Закон термодинамики</p>	<p>Термодинамические процессы, в которых постоянны, температура, давление, объем газа называют изо-процессами: при постоянной температуре – изотермический, при постоянном объеме – изохорный, при постоянном давлении – изобарный Если в результате термодинамического процесса теплота от газа не отводилась и не подводилась, то такой процесс называют – адиабатным. Первый закон термодинамики - теплота, полученная в термодинамическом процессе с газом, идет на совершение полезной работы и изменение внутренней энергии Второй закон термодинамики - теплоту, полученную в термодинамическом процессе с газом, невозможно полностью превратить в полезную работу. часть этой теплоты должна быть отдана окружающей среде. Третий закон термодинамики - при стремлении абсолютной температуры газа к нулю, также стремиться к нулю энтропия На основании первого и второго законов термодинамики выполняет построение рабочих ($p-v$) и тепловых диаграмм ($T-s$) для термодинамических процессов тепловых и холодильных машин, в которых применяются реальные газы (воздух, водяной пар, фреоны и др.)</p>

Примеры задач с решением

Пример 1

Определить аналитическим и графическим способами усилия в стержнях АВ и ВС заданной стержневой системы, на которую действуют силы F_1 и F_2 (рис. 2).

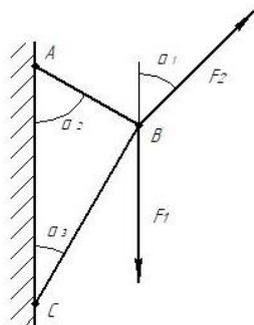
Исходные данные:

- величины нагрузок F_1 и F_2

F_1 кН	F_2 кН	α_1 град	α_2 град	α_3 град
28	42	45°	60	30

- схема нагружения стержневого устройства

Схема к задаче

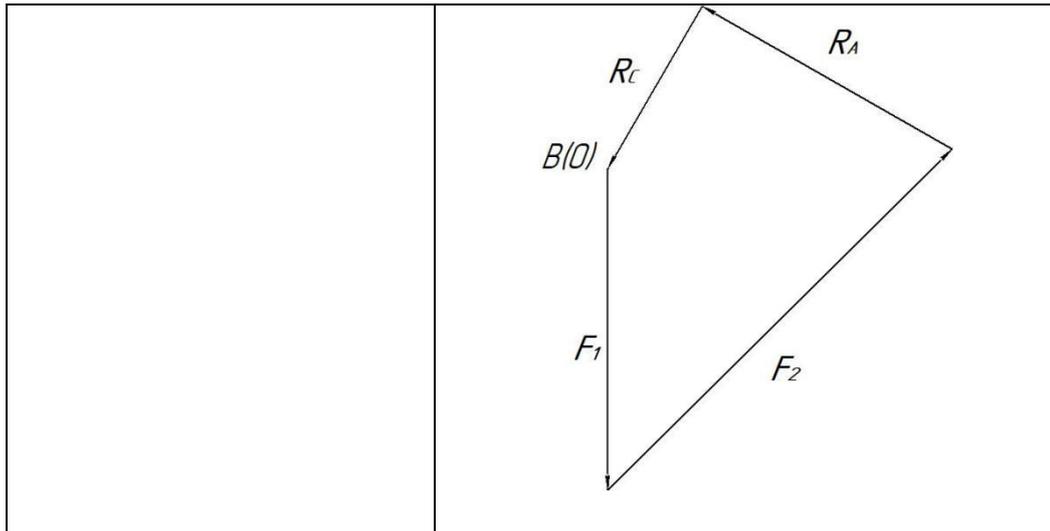


Требуется:

- определить усилия в стержнях АВ и ВС аналитическим методом;
 - проверить правильность полученных результатов графическим методом
- Массой стержней пренебречь

Графическая часть

Схема задачи	
Расчетная схема	
Силовой многоугольник	



Аналитическое решение

1. Рассматриваем равновесие точки В, в которой сходятся все стержни и внешние силы (рис.3)
2. Отбрасываем связи АВ и ВС, заменяя их усилиями в стержнях R_A и R_C . Направления усилий примем от узла В, предполагая стержни растянутыми. Выполним на отдельном чертеже схему действия сил в точке В (рис.4)
3. Выбираем систему координат таким образом, чтобы одна из осей совпала с неизвестным усилием, например с R_A . Обозначим на схеме углы, образованные действующими силами с осью Х
4. Составляем уравнения равновесия плоской системы сходящихся сил:

$$\Sigma F_x=0; \quad F_2 \times \cos 75^\circ + F_1 \times \cos 60^\circ - R_A = 0; \quad (1)$$

$$\Sigma F_y=0; \quad F_2 \times \cos 15^\circ - F_1 \times \cos 30^\circ - R_C = 0. \quad (2)$$

5. Решаем систему уравнений

Из уравнения (1) находим R_A

$$R_A = F_2 \times \cos 75^\circ + F_1 \times \cos 60^\circ = 42 \times 0.259 + 28 \times 0.5 = 24.88 \text{ кН}$$

Из уравнения (2) находим усилие R_C

$$R_C = F_2 \times \cos 15^\circ - F_1 \times \cos 30^\circ = 42 \cdot 0.966 - 28 \cdot 0.866 = 16.32 \text{ кН.}$$

Окончательно: $R_A = 24.88 \text{ кН}$; $R_C = 16.32 \text{ кН}$.

Знаки указывают, что оба стержня растянуты.

Графическое решение

1. Выбираем масштаб сил $m=10\text{кН/см}$, тогда силы F_1 и F_2 , будут откладываться отрезками

$$F_1^m = F_1/m = 28/10 = 2.8\text{см};$$

$$F_2^m = F_2/m = 42/10 = 4.2\text{см}.$$

2. Строим силовой многоугольник
Из произвольно выбранной точки $B(O)$ откладываем отрезок, соответствующий величине и направлению силы F_1^m . Из конца этого отрезка откладываем отрезок F_2^m .

Так как условием равновесия сходящейся системы сил является замкнутость силового многоугольника, то из начала отрезка F_1^m откладываем линию, параллельную вектору R_C , а из конца отрезка F_2^m откладываем линию, параллельную вектору R_A . Точка их пересечения является вершиной силового многоугольника

3. Определяем силы

Измеряя отрезки R_A^m и R_C^m и умножая их на масштаб, находим значения R_A и R_C .

$$R_A = R_A^m \times m = 2.5 \times 10 = 25\text{кН};$$

$$R_C = R_C^m \times m = 1.62 \times 10 = 16.2\text{кН}.$$

4. Вычисляем допущенную ошибку при графическом решении

$$\Delta_{RA} = \frac{25 - 24.88}{24.88} \times 100\% = 0,48\%;$$

$$\Delta_{RC} = \frac{16.32 - 16.2}{16.32} \times 100\% = 0,73\%$$

Ошибка, полученная при расчетах должна быть в пределах 2%.

Ответ:

При аналитическом решении $R_A = 16.32\text{кН}$; $R_C = 24.88\text{кН}$.

При графическом решении $R_A = 16.2\text{кН}$; $R_C = 25\text{кН}$.

Пример 2

Определение реакций опор консольной балки

Определить реакции опор балки, нагруженной внешними нагрузками: силой F , моментом M и равномерно-распределенной нагрузкой интенсивностью q

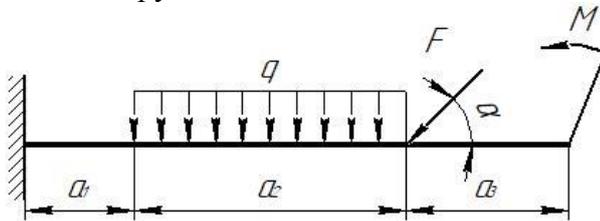
Исходные данные:

- величины нагрузок

F, кН	M, кН м	q, кН/м	a ₁ м	a ₂ м	a ₃ м	α, град
-------	---------	---------	------------------	------------------	------------------	---------

30	15	8	2	5	3	45
----	----	---	---	---	---	----

- схема нагружения балки:



Требуется:

- определить тип балки;
- определить типы опор;
- определить реакции опор балки;
- проверить правильность решения.

Графическая часть

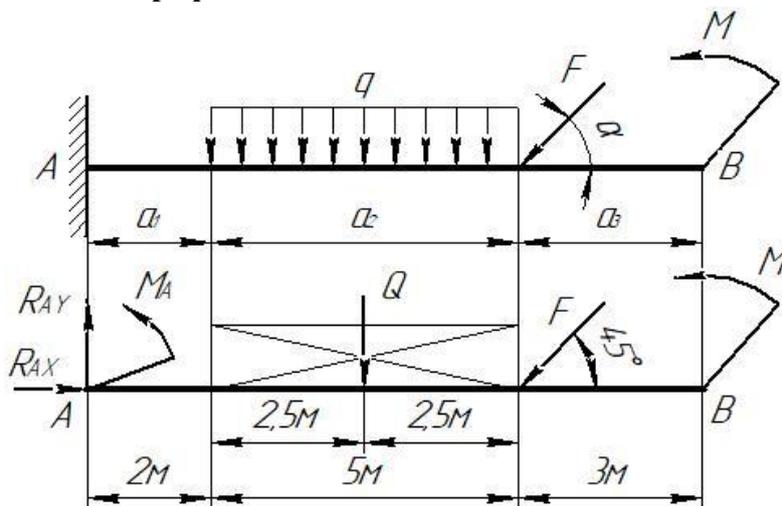


Схема балки

Расчетная схема балки

Решение

1. Определяем тип балки

Балка консольная, опирающаяся на вид опоры – жесткая заделка.

2. Составляем расчетную схему консольной балки.

Обозначаем опору буквой А и конец балки буквой В. Отбрасываем связи (опору А) и заменяем её действие реакциями опор:

- вертикальную R_{Ay} и горизонтальную R_{Ax} реакции;
- момент в заделке M_A .

Выбираем систему координат $X-Y$ с началом в левой опоре А.

Определяем равнодействующую распределенной нагрузки:

$$Q = q \cdot a_2 = 8 \cdot 5 = 40 \text{ кН};$$

Выполняем расчетную схему балки

3. Для полученной плоской системы сил составляем уравнения равновесия:

- сумма проекций всех сил на ось X;
- сумма проекций всех сил на ось Y;
- сумма моментов всех сил относительно точки A;
- сумма моментов всех сил относительно точки B -проверочное уравнение

$$\Sigma F_x=0; \quad R_{AX} - F \cdot \cos 45^\circ = 0, \quad (1)$$

$$\Sigma F_y=0; \quad R_{AY} - Q - F \cdot \cos 45^\circ = 0, \quad (2)$$

$$\Sigma M_A=0; \quad -M_A + Q \cdot 4.5 + F \cdot \cos 45^\circ \cdot 7 - M = 0, \quad (3)$$

$$\Sigma M_B=0; \quad R_{AY} \cdot 10 - M_A - Q \cdot 5.5 - F \cdot \cos 45^\circ \cdot 3 - M = 0, \quad (4)$$

проверочное

4. Решаем систему уравнений

Из (1) уравнения находим R_{AX} :

$$R_{AX} = F \cdot \cos 45^\circ = 30 \cdot 0.707 = 21,21 \text{ кН}$$

Из (2) уравнения находим R_{AY} :

$$R_{AY} = Q + F \cdot \cos 45^\circ = 40 + 30 \cdot 0.707 = 61,21 \text{ кН}$$

Из (3) уравнения находим M_A :

$$M_A = Q \cdot 4.5 + F \cdot \cos 45^\circ \cdot 7 - M = 40 \cdot 4.5 + 30 \cdot 0.707 \cdot 7 - 15 = 313,47 \text{ кН}$$

5. Проверяем правильность решения уравнений по уравнению (4);

$$\Sigma M_B=0; \quad R_{AY} \cdot 10 - M_A - Q \cdot 5.5 - F \cdot \cos 45^\circ \cdot 3 - M = 0$$

$$61,21 \cdot 10 - 313,47 - 40 \cdot 5,5 - 30 \cdot 0,707 \cdot 3 - 15 = 612,1 - 612,1 = 0 - \text{реакции}$$

опор определены верно.

Ответ: опорные реакции балка равны

$$R_{AX}=21,21 \text{ кН}; \quad R_{AY}=61,21 \text{ кН}; \quad M_A=313,47 \text{ кН}$$

Пример 3

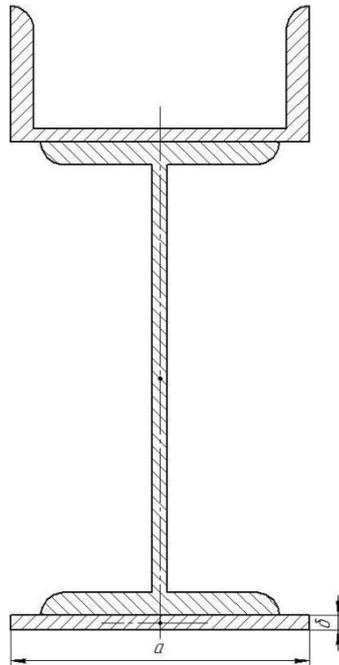
Определение координат центра тяжести составного сечения, состоящего из прокатных профилей

Определить координаты центра тяжести составного сечения. Сечение состоит из листов с поперечными размерами $a \times \delta$ и прокатных профилей по ГОСТ 8239-89, ГОСТ 8240-89, ГОСТ 8509-86. Уголок выбирается наименьшей толщины.

Исходные данные:

а, мм	δ, мм	№ швеллера	№ двутавра
120	5	12	16

Схема

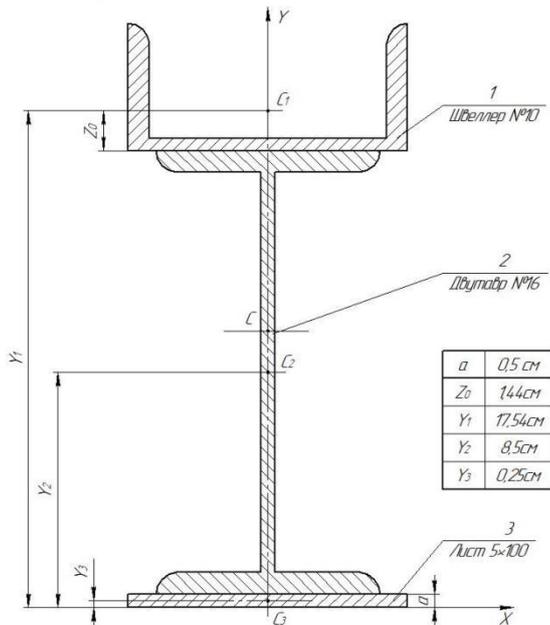


Определить:

- координаты центра тяжести плоского составного сечения, состоящего из прокатных профилей.

Графическая часть

Чертёж сечения выполняется в масштабе 1:1



Решение

1. Обозначаем фигуры номерами и показываем на чертеже

1	Швеллер №10 ГОСТ 8240-89
2	Двутавр №16 ГОСТ 8239-89
3	Лист 5x100

2. Задаем систему координат ХОУ и показываем на чертеже
3. Выписываем из таблиц необходимые данные для решения задачи

№ п/п	Название прокатных профилей	Высота профиля	Ширина полки	Площадь сечения
1	Швеллер №10 ГОСТ 8240-89	h=100мм	b=46мм	$A_1=10,9\text{см}^2$
2	Двутавр №16 ГОСТ 8239-89	h=160мм	b=81мм	$A_2=20,2\text{см}^2$
3	Лист 5x100	Толщина $\delta=5\text{мм}$	Ширина a=100мм	$A_3=0,5 \times 10 = 5\text{см}^2$

4. Находим площадь всего сечения

$$A = A_1 + A_2 + A_3 = 10,9 + 20,2 + 5 = 36,1 \text{ см}^2$$

5. Определяем координаты центров тяжести каждой фигуры по чертежу.

Составное сечение симметрично, поэтому центр тяжести находится на оси симметрии, т.е $X_C = 0$.

$$Y_1 = a + h_2 + z_0 = 0,5 + 16 + 1,44 = 17,54\text{см};$$

$$Y_2 = a + h_2/2 = 0,5 + 16/2 = 8,5\text{см};$$

$$Y_3 = a/2 = 0,5/2 = 0,25\text{см}.$$

6. Определяем центр тяжести составного сечения

$$Y_C = \frac{\sum A_n \times Y_n}{\sum A} = \frac{A_1 \times Y_1 + A_2 \times Y_2 + A_3 \times Y_3}{A} = \frac{10,9 \times 17,54 + 20,2 \times 8,5 + 5 \times 0,25}{36,1} = 10\text{см}$$

Ответ: центр тяжести составного сечения, состоящего из прокатных профилей С(0; 10), т.е $X=0$; $Y=10\text{см}$.

Пример 4

Определение главных центральных моментов инерции

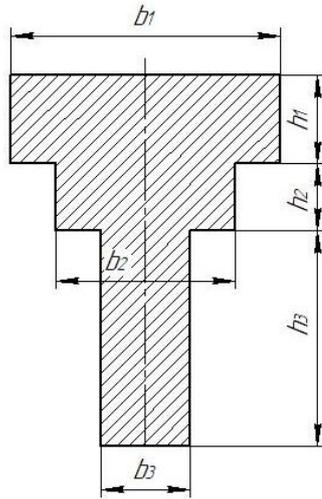
плоского сечения

Для таврового плоского сечения найти главные центральные моменты инерции

Исходные данные:

b_1 , мм	b_2 мм	b_3 мм	h_1 мм	h_2 мм	h_3 мм
80	60	20	20	10	60

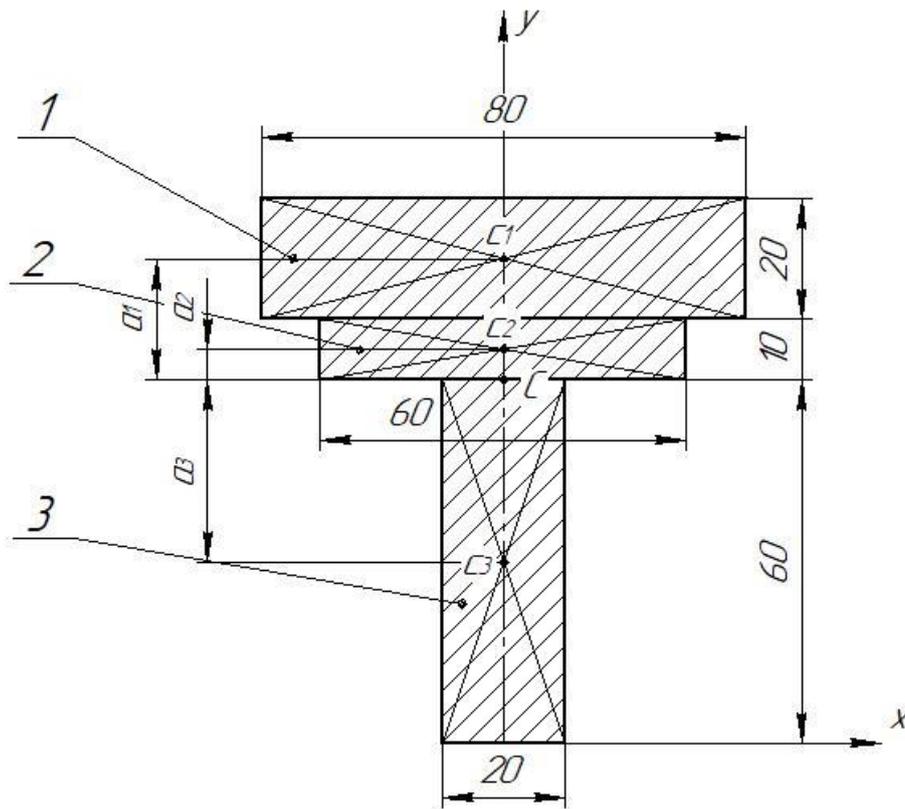
Схема плоского сечения



Требуется:

1. Графическая часть: выполнить построение плоского сечения в масштабе 1:1
2. Аналитическая часть:
 - 2.1 Найти положение центра тяжести;
 - 2.2 Определить момент инерции относительно оси x (J_x) и относительно оси y (J_y)

Графическая часть



Решение

1. Разбиваем составную фигуру на три прямоугольника с площадями A_1 , A_2 , A_3 и показываем это на чертеже.
2. Находим площади простых составных фигур и всей фигуры.

Расчет ведем в сантиметрах

$$A_1 = b_1 \cdot h_1 = 8 \cdot 2 = 16 \text{ см}^2;$$

$$A_2 = b_2 \cdot h_2 = 6 \cdot 1 = 6 \text{ см}^2;$$

$$A_3 = b_3 \cdot h_3 = 2 \cdot 6 = 12 \text{ см}^2.$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3 = 16 + 6 + 12 = 34 \text{ см}^2.$$

3. Определяем координаты центра тяжести простых составных сечений, относительно системы координат XOY и показываем на чертеже.

Составное сечение симметрично, относительно оси OY .

Ось OY является осью симметрии всей фигуры, таким образом центр тяжести составных сечений и всей фигуры будет лежать на этой оси. Следовательно, ось OY будет центральной осью, а координата центра тяжести $X_C = 0$.

$$Y_1 = h_3 + h_2 + h_1 / 2 = OC_1 = 6 + 1 + 2/2 = 8 \text{ см};$$

$$Y_2 = h_3 + h_2/2 = OC_2 = 6 + 1/2 = 6,5 \text{ см};$$

$$Y_3 = h_3/2 = OC_3 = 6/2 = 3 \text{ см}.$$

$$Y_C = \frac{\sum A_n \times Y_n}{\sum A} = \frac{A_1 \times Y_1 + A_2 \times Y_2 + A_3 \times Y_3}{A} = \frac{16 \times 8 + 6 \times 6,5 + 12 \times 3}{34} = 6 \text{ см}.$$

4. Вычисляем момент инерции J_Y , как сумму моментов инерции прямоугольников, относительно центральной оси

$$J_Y = \frac{h_1 \times b_1^3}{12} + \frac{h_2 \times b_2^3}{12} + \frac{h_3 \times b_3^3}{12} = \frac{2 \times 8^3}{12} + \frac{1 \times 6^3}{12} + \frac{6 \times 2^3}{12} = 85,33 + 18 + 4 = 107,33 \text{ см}^4$$

5. Вычисляем момент инерции J_X , применяя формулы моментов инерции прямоугольников, относительно собственных центральных осей

$$J_X = \frac{b_1 \times h_1^3}{12} + a_1^2 \times A_1 + \frac{b_2 \times h_2^3}{12} + a_2^2 \times A_2 + \frac{b_3 \times h_3^3}{12} + a_3^2 \times A_3,$$

Где a_1 – расстояние от центра тяжести всей фигуры (с) до центра тяжести A_1 (c_1);

a_2 - расстояние от центра тяжести всей фигуры (с) до центра тяжести A_2 (c_2);

a_3 - расстояние от центра тяжести всей фигуры (с) до центра тяжести A_3 (c_3)

$$a_1 = h_2 + h_1/2 = 1 + 2/1 = 2 \text{ см};$$

$$a_2 = h_2/2 = 0,5 \text{ см};$$

$$a_3 = h_3/2 = 3 \text{ см}.$$

Подставляем значения и вычисляем J_Y

$$J_X = \frac{8 \times 2^3}{12} + 2^2 \times 16 + \frac{6 \times 1^3}{12} + 0,5^2 \times 6 + \frac{2 \times 6^3}{12} + 3^2 \times 12 = 215,33 \text{ см}^4$$

$$\text{Ответ: } J_Y = 107,33 \text{ см}^4; J_X = 215,33 \text{ см}^4$$

Пример 5

Расчет ступенчатого бруса на растяжение и сжатие

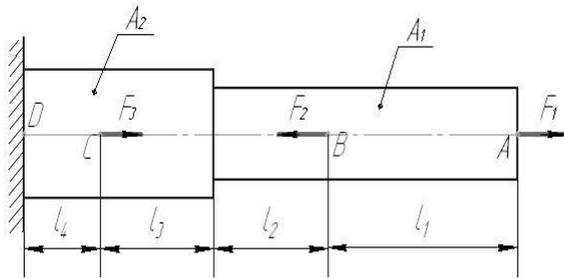
Дан ступенчатый брус, с опорой жесткая заделка. Брус нагружен силами F_1 , F_2 , F_3 , направленными вдоль его оси. Массой бруса пренебречь.

$$\text{Принимаем: } E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}; \sigma_T = 240 \text{ МПа} \quad n_T = 1,5.$$

Исходные данные:

F_1 , кН	F_2 кН	F_3 кН	A_1 см ²	A_2 см ²	l_1 м	l_2 м	l_3 м	l_4 м
55	100	75	4	6	0,5	0,3	0,3	0,2

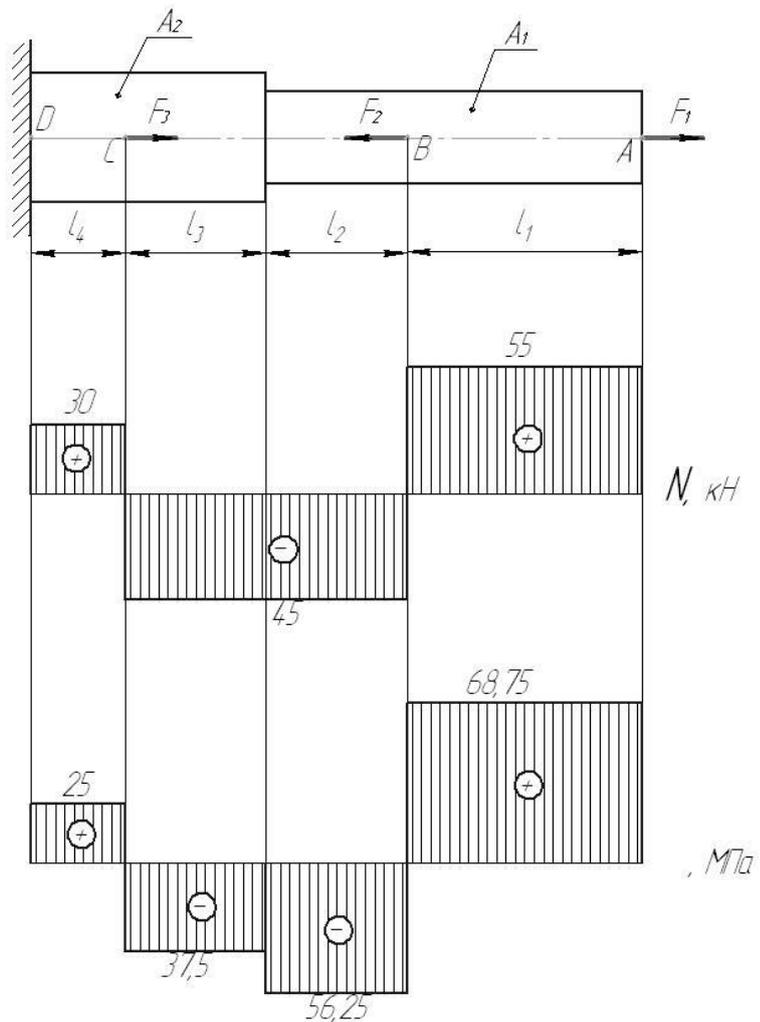
Схема бруса



Требуется:

- 1) построить эпюры продольных сил N и нормальных напряжений σ
- 2) определить абсолютную деформацию бруса Δl
- 3) проверить, выполняется ли условие прочности.

Графическая часть



Решение

1. Построение эпюры продольных сил N

Разбиваем брус на участки АВ, ВС, CD и определяем значение продольной силы на каждом участке бруса. Чтобы не определять предварительно реакцию в заделке D, начинаем расчеты со свободного конца бруса А.

$$\text{Участок АВ: } N_1 = F_1 = 55 \text{ кН};$$

$$\text{Участок ВС: } N_2 = F_1 - F_2 = 55 - 100 = -45 \text{ кН};$$

$$\text{Участок CD: } N_3 = F_1 - F_2 + F_3 = 55 - 100 + 75 = 30 \text{ кН}$$

По найденным значениям N строим эпюру, учитывая, что в пределах каждого участка продольная сила постоянна (рис.2.)

Положительные значения N откладываем вверх от оси эпюры, отрицательные - вниз.

2. Построение эпюры нормальных напряжений σ

Вычисляем значения нормальных напряжений на участках бруса по формуле

$$\sigma = N/A$$

$$\text{Сечение I-I, } \sigma_1 = N_1/A_1 = \frac{55 \times 10^3}{4 \times 10^2} = 137,5 \text{ МПа};$$

$$\text{Сечение II-II, } \sigma_2 = N_2/A_1 = \frac{-45 \times 10^3}{4 \times 10^2} = -112,5 \text{ МПа};$$

$$\text{Сечение III-III, } \sigma_3 = N_2/A_2 = \frac{-45 \times 10^3}{6 \times 10^2} = -75 \text{ МПа};$$

$$\text{Сечение IV-IV, } \sigma_4 = N_3/A_2 = \frac{30 \times 10^3}{6 \times 10^2} = 50 \text{ МПа.}$$

По найденным значениям строим эпюру нормальных напряжений σ (рис.2.)

3. Определение продольных перемещений

Определяем абсолютную деформацию бруса, используя закон Гука (8):

$$\Delta l = \frac{N \times l}{E \times A}; \quad \sigma = \frac{N}{A}; \quad \Delta l = \frac{\sigma \times l}{E};$$

Определяем абсолютную деформацию по участкам:

$$\Delta l_1 = \frac{\sigma_1 \times l_1}{E} = \frac{137.5 \times 0.5 \times 10^3}{2 \times 10^5} = 0.344 \text{ мм};$$

$$\Delta l_2 = \frac{\sigma_2 \times l_2}{E} = \frac{-112.5 \times 0.3 \times 10^3}{2 \times 10^5} = -0.169 \text{ мм};$$

$$\Delta l_3 = \frac{\sigma_3 \times l_3}{E} = \frac{-75 \times 0.3 \times 10^3}{2 \times 10^5} = -0.1125 \text{ мм};$$

$$\Delta l_4 = \frac{\sigma_4 \times l_4}{E} = \frac{50 \times 0.2 \times 10^3}{2 \times 10^5} = 0.05 \text{ мм};$$

Определяем суммарную абсолютную деформацию бруса
(перемещение свободного конца бруса)

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4 = 0.344 - 0.169 - 0.1125 + 0.05 = 0.1125 \text{ мм}.$$

Абсолютное удлинение бруса $\Delta l = 0,1125 \text{ мм}.$

4. Проверка прочности бруса

Условие прочности записывается в следующем виде:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \leq [\sigma].$$

Максимальное напряжение σ_{\max} находим по эпюре напряжений, выбирая максимальное по абсолютной величине:

$$\sigma_{\max} = 137,5 \text{ МПа}$$

Это напряжение действует на участке АВ, все сечения которого являются опасным.

Допускаемое напряжение вычисляем по формуле (12):

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_T} = \frac{240}{1,5} = 160 \text{ МПа} .$$

Сравнивая σ_{\max} и $[\sigma]$, видим, что условие прочности выполняется, так как максимальное напряжение не превышает допускаемое.