

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
«КОЛЛЕДЖ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА»

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

**ОП.02 Техническая механика**

Специальность: 08.02.02 Строительство и эксплуатация  
инженерных сооружений

Москва, 2024

## **Содержание**

1. Цели и задачи учебной дисциплины, ее место в учебном процессе
2. Методические указания по изучению учебного материала по темам и вопросы для устного опроса или самоконтроля
3. Перечень тем сообщений и докладов
4. Тестовые задания по темам дисциплины

## **1. Цели и задачи учебной дисциплины, ее место в учебном процессе**

### **Цели и задачи изучения дисциплины**

Техническая механика представляет собой комплексную дисциплину, в которой излагаются основные положения о взаимодействии твердых тел, прочности материалов и методов расчета конструктивных элементов зданий и сооружений на внешние воздействия.

Назначение дисциплины - дать будущим техникам-строителям основные сведения о законах движения и равновесия материальных тел, о методах расчета элементов конструкций на прочность, жесткость, и устойчивость, о способах образования различного вида геометрически неизменяемых систем и методах их статического расчета. Эти методы расчета предусматривают обеспечение сочетания надежности работы с наибольшей экономичностью сооружений.

### **Краткая характеристика дисциплины, ее место в учебном процессе**

Техническая механика является базовой дисциплиной среди других общетехнических дисциплин. На ее законах и основных положениях строятся методики решения самых разнообразных технических задач: расчеты при создании различных сооружений, проектировании механизмов и машин, описание полета ракет, изучение движения небесных тел и т.д.

Теоретическая механика, как наука, основывается на изучении общих законов механического движения и равновесия материальных тел, а также их механических (силовых) взаимодействий.

Сопротивление материалов-часть механики деформируемого твёрдого тела, которая рассматривает методы инженерных расчётов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при одновременном удовлетворении требований надежности, экономичности и долговечности. То есть наука о прочности и деформируемости материалов и элементов машин и сооружений. Применяя способы и методы этой науки можно производить с достаточной степенью погрешности расчеты конструкций машин и строительных объектов на прочность, жесткость и устойчивость.

Задача строительной механики – изучение методов на прочность, жесткость и устойчивость при статическом действии нагрузок на отдельные строительные конструкции.

### **Связь с предшествующими дисциплинами**

Курс технической механики строится на основных положениях ряда общенаучных дисциплин, таких как философия (диалектико-материалистическое учение о материи и ее формах существования), физика (предмет и метод физики, ее связь с философией, смежными науками и техникой; физический смысл основных кинематических (перемещение, скорость, ускорение угловая скорость, угловое ускорение) и динамических (сила, момент силы, центр тяжести) параметров твердого тела или материальной точки, а также математики (основы интегрального, дифференциального исчисления и основы векторной алгебры).

Входной контроль необходим для выявления начального уровня подготовленности студентов. В курсе технической механики для подготовки техников по направлению «Строительство и эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов» изучаются основы сопротивления материалов, т.е. расчеты балок и стержней на прочность, жесткость и устойчивость. Рассматриваются различные виды деформаций (растяжение, сжатие, изгиб, кручение, сложное сопротивление), поведение материала конструкции при действии статических, динамических нагрузок. Изучение технической механики вырабатывает навыки для постановки и решения прикладных задач. На основании ФГОС, рабочих программ дисциплин и курсов лекций выбраны необходимые знания и умения из следующих тем базовых дисциплин, изучаемых в школе:

1. Математика: Геометрия. Алгебра. Векторная алгебра. Математический анализ.
2. Физика: Механика. Статика. Динамика Свободные и вынужденные колебания.

Дисциплина	Контролируемое знание	Умение
Математика	<p>Знание основных аксиом, теорем геометрии и тригонометрии.</p> <p>Знание уравнений различных функций</p> <p>Знание производных и первообразных функций</p>	<p>Умение применять геометрические и тригонометрические зависимости</p> <p>Умение находить производные и первообразные</p> <p>Умение решать систему линейных алгебраических уравнений</p> <p>Умение исследовать функцию на экстремум</p>
Физика	<p>Знание основных понятий, определений, аксиом статики</p> <p>Знание типов опорных связей и направление реакций.</p> <p>Знание условий равновесия системы сил</p>	<p>Умение определять величину и координату точки приложения равнодействующей (уравновешивающей) силы,</p> <p>Умение находить проекцию силы на ось</p> <p>Умение определять момент силы относительно точки (оси),</p> <p>Умение составлять уравнения равновесия</p> <p>Умение определять опорные реакций,</p> <p>Умение определять положение центра тяжести</p>

## **2.Методические указания по изучению учебного материала по темам и вопросы для устного опроса или самоконтроля**

### **Раздел I. Теоретическая механика**

Перед изучением раздела необходимо ознакомиться с содержанием предмета "Техническая механика", значением механики в машиностроении, строительстве и других отраслях, изучить понятия равновесия, механического движения, материальной точки, абсолютно твердого тела, знать, что такое свободное и не свободное тело.

Понятие силы, системы сил, единица измерения силы в системе СИ.

Изучить все шесть аксиом статики. Обратит внимание на связи, реакции связей и принцип освобожденности от связей.

При изучении темы "Плоская система сходящихся сил" нужно усвоить понятие системы сходящихся сил, геометрическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил. Нужно знать, что такое равнодействующая, как спроектировать силу на оси X и Y, правило знаков. Основные уравнения равновесий плоской системы сходящихся сил. После изучения темы "Плоская система сходящихся сил" выполняете Лабораторную работу №1. Посмотреть примеры решения задач с использованием уравнений равновесия. Изучите, что собой представляет кронштейн. Как составлять уравнения равновесия для системы сходящихся сил. При выполнении Практической работы №1 используются уравнения равновесия плоской системы сходящихся сил.

Чтобы уметь определить опорные реакции балочных систем, необходимо хорошо разобрать темы "Пара сил" и "Плоская система произвольно расположенных сил". Здесь необходимо ясно представлять себе основные виды опор балочных систем (шарнирно-подвижная, шарнирно-неподвижная и жесткое защемление), их реакции. Нужно знать, как классифицируются нагрузки. Изучить уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил (три вида) и уравнения равновесия для системы параллельных сил (два вида).

Обратит внимание на момент силы относительно точки, плечо, знак момента.

Отработать примеры в учебнике на определение опорных реакций. Какое уравнение составляется для проверки правильности определения опорных реакций? По теме выполнить Лабораторную работу №2 и Лабораторную работу №3. Практическую работу №2.

Изучение данных тем является базой для решения задач в разделах "Сопротивление материалов"

Уяснение темы "Центр тяжести" необходимо для решения задач сопромата. Нужно знать понятие статического момента площади, способы нахождения и условия равенства нулю. Формула для определения координат центра тяжести составных сечений. Обратит внимание на центры тяжести простых фигур и стандартных профилей проката.

Для полного усвоения раздела учащийся должен ознакомиться с темами "Устойчивость равновесия"

#### **Введение**

Необходимо уяснить место технической механики в современном производстве, ее связь с другими дисциплинами специальности. Иметь понятие о материи, движении, механическом движении, равновесии. Знать, что изучает статика, кинематика, динамика.

#### **Статика**

Статика является частью теоретической механики, изучающей условия, при которых тело находится под действием заданной системы сил. Успешное овладение учебным материалом по статике – необходимое условие для изучения всех последующих тем и разделов курса технической механики.

#### **Тема 1.1 Основные понятия и аксиомы статики**

При изучении темы следует вникнуть в физический смысл аксиом статики. Изучая связи и их реакции, нужно иметь в виду, что реакция связи является силой

противодействия и направлена всегда противоположно силе действия рассматриваемого тела на связь (опору).

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Назовите разделы теоретической механики и укажите, какие вопросы в них изучают.
- 2 Дайте определение материи. Перечислите формы движения материи.
- 3 В чем общность понятий абсолютно твердого тела и материальной точки и в чем их различие?
- 4 Дайте определение силы.
- 5 Какие системы сил называют статически эквивалентными?
- 6 Что такое равнодействующая система сил, уравнивающая сила?
- 7 Сформулируйте аксиомы статики.
- 8 Какие тела называются свободными, а какие несвободными?
- 9 Что называется связью?
- 10 Что такое реакция связи?
- 11 Перечислите виды связей и укажите направление соответствующих им реакций.

#### **Тема 1.2 Плоская система сходящихся сил**

Эта система эквивалентна одной силе (равнодействующей) и стремится придать телу (в случае, если точка схождения сил совпадает с центром тяжести тела) прямолинейное движение. Равновесие тела будет иметь место в случае равенства равнодействующей нулю. Геометрическим условием равновесия является замкнутость многоугольника, построенного на силах системы, аналитическим условием – равенство нулю алгебраических сумм проекций сил системы на любые две взаимно перпендикулярные оси. Научитесь решать задачи на равновесие тел, обратив особое внимание на рациональный выбор направления координатных осей.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Геометрический способ нахождения равнодействующей плоской системы сходящихся сил.
- 2 Что называется проекцией силы на ось? В каком случае проекция силы на ось равна нулю?
- 3 Как найти силовое значение и направление равнодействующей системы сил, если заданы проекции составляющих сил на две взаимно перпендикулярные оси.
- 4 Сформулируйте аналитическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил.

#### **Тема 1.3 Пара сил и момент силы**

Система пар сил эквивалентна одной паре (равнодействующей) и стремится придать телу вращательное движение. Равновесие тела будет иметь место в случае равенства нулю момента равнодействующей пары. Аналитическим условием равновесия является равенство нулю алгебраической суммы моментов пар системы. Следует обратить особое внимание на определение момента силы относительно точки. Необходимо помнить, что момент силы относительно точки равен нулю лишь, в случае если точка лежит на линии действия силы.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Что такое пара сил?
- 2 Что такое момент пары сил, плечо пары сил?
- 3 Сформулируйте условие равновесия системы пар сил.

#### **Тема 1.4 Плоская система произвольно расположенных сил**

Эта система эквивалентна одной силе (называемой главным вектором) и самой паре (момент, который называют главным моментом) и стремится придать телу в общем случае прямолинейное и вращательное движение одновременно. Изученные ранее системы сходящихся сил и система пар – частные случаи произвольной системы сил. Равновесие тела будет иметь место в случае равенства нулю и главного вектора, и

главного момента системы. Аналитическим условием равновесия является равенство нулю алгебраических сумм проекций сил системы на любые две взаимно перпендикулярные оси относительно любой точки. Следует получить навыки в решении задач на равновесие тел, в том числе на определение опорных реакций балок и сил, нагружающих стержни, обратив особое внимание на рациональный выбор направления координатных осей и положения центра моментов.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Что такое момент силы относительно точки?
- 2 Как берется знак момента силы относительно точки?
- 3 Что называется плечом силы?
- 4 В каком случае момент силы относительно точки равен нулю?
- 5 Что такое главный вектор и главный момент плоской системы сил?
- 6 Сформулируйте теорему Вариньона.
- 7 Сформулируйте аналитическое условие равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.
- 8 Укажите три вида уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.
- 9 Укажите, как рационально выбрать направления осей координат и центр моментов.
- 10 Какие нагрузки называются сосредоточенными и распределенными?
- 11 Что такое интенсивность равномерно распределенной нагрузки?
- 12 Как найти числовое значение направления и точку приложения равнодействующей равномерно распределенной нагрузки.
- 13 Какие системы называются статически определимыми?
- 14 Что называется силой трения?
- 15 Перечислите основные законы трения скольжения.
- 16 Что такое угол трения, конус трения?
- 17 Каковы особенности трения качения?

#### **Тема 1.5. Пространственная система сил.**

Аналогично плоской системе сил в теме рассматривают пространственную систему сходящихся сил и пространственную систему произвольных сил. Условия равновесия пространственной системы сил заключаются в составлении шести уравнений равновесия. Следует усвоить -момент силы относительно оси.

Момент силы относительно оси равен моменту проекции силы на плоскость, перпендикулярную оси, относительно точки пересечения оси с плоскостью

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Запишите формулу для расчета главного вектора пространственной системы сходящихся сил
- 2 Запишите формулу для расчета главного вектора пространственной системы произвольно расположенных сил
- 3 Запишите формулу для расчета главного момента пространственной системы сил
- 4 Запишите систему уравнений равновесия пространственной системы сил

#### **Тема 1.6 Центр тяжести тела**

Тема относительно проста для усвоения, однако крайне важна при изучении курса сопротивления материалов. Главное внимание здесь необходимо обратить на решение задач как с плоскими и геометрическими фигурами, так и со стандартными прокатными профилями.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Что такое центр параллельных сил?
- 2 Как найти координаты центра параллельных сил?
- 3 Что такое центр тяжести тела?
- 4 Как найти центр тяжести прямоугольника, треугольника, круга?

- 5 Как найти координаты центра тяжести плоского составного сечения?

#### **Тема 1.6. Устойчивость равновесия**

Устойчивое, неустойчивое и безразличное равновесие твердого тела.

Условие равновесия тела, имеющего неподвижную точку, опорную плоскость; момент опрокидывающий, момент удерживающий, коэффициент устойчивости.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Какое равновесие называют устойчивым, неустойчивым, безразличным
- 2 При каком условии равновесие твёрдого тела, имеющего точку опоры или ось вращения, устойчивое, при каком – неустойчивое, и при каком – безразличное? Приведите примеры.
- 3 Сформулируйте условие равновесия тела, опирающегося на плоскость
- 4 Что такое коэффициент устойчивости тела, имеющего плоскость опоры. Каким он должен быть (меньше, больше единицы)?

#### **Тема 1.8. Кинематика точки.**

Покой и движение; относительность этих понятий. При изучении темы необходимо обратить внимание на основные понятия кинематики: траектория, расстояние, путь, время, скорость и ускорение. Рассмотреть способы задания движения тела, виды движения тела. Кинематические параметры движения: траектория, путь, время, скорость, ускорение. Способы задания движения точки.

Средняя скорость и скорость в данный момент. Ускорение полное, нормальное и касательное. Частные случаи движения точки. Кинематические графики и связь между ними. Важно усвоить виды движений материальной точки в зависимости от ускорения, уметь составлять уравнения равномерного и равнопеременного движений, определять параметры этих видов движений.

Поступательное движение твердого тела и его свойства. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Частные случаи вращательного движения точки. Линейные скорости и ускорение точек вращающегося тела.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Запишите в общем закон движения в естественной координатной форме
- 2 Что называют траекторией движения
- 3 Как определяется скорость движения точки при естественном способе задания движения
- 4 Запишите формулы для определения нормального, касательного и полного ускорений
- 5 Что характеризует касательное ускорение и как оно направлено по отношению к вектору скорости
- 6 Что характеризует и как направлено нормальное ускорение

#### **Тема 1.9. Сложное движение твердого тела.**

Необходимо иметь четкое представление о плоскопараллельном движении, о разложении его на поступательное и вращательное. Уметь находить абсолютные скорости точек, движущихся плоскопараллельно, с помощью мгновенного центра скоростей.

Сложным называется такое движение точки, которое рассматривается одновременно в двух системах отсчета – неподвижной и подвижной. Абсолютным называется движение точки по отношению к неподвижной системе отсчета. Соответственно скорость и ускорение точки по отношению к неподвижной системе отсчета называются абсолютной скоростью  $v_a$  и абсолютным ускорением  $a_a$ .

Относительным называется движение точки по отношению к подвижной системе отсчета. Соответственно скорость и ускорение точки по отношению к неподвижной системе отсчета называются относительной скоростью  $v_r$  и относительным ускорением  $a_r$ .

Движение подвижной системы отсчета относительно неподвижной называется переносным движением. Переносной скоростью  $v_e$  и переносным ускорением  $a_e$  являются



скорость и ускорение той точки подвижной системы отсчета, с которой в данный момент времени совпадает движущаяся точка. Теорема о сложении скоростей: абсолютная скорость точки равна векторной сумме относительной и переносной скоростей:  $v_a = v_r + v_e$ .

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Какое движение называют сложным?
- 2 Какие движения твердого тела называют простыми?
- 3 Какие системы координат выбирают при определении скоростей твердых тел при сложном движении?
- 4 Какое движение считают переносным, а какое - относительным?
- 6 Сформулируйте теорему сложения скоростей
- 7 Какое движение называют плоским?
- 8 Какие способы применяют для определения скоростей точек тел при плоскопараллельном движении?
- 9 Что такое мгновенный центр скоростей?

#### **Тема 1.10. Основные понятия динамики.**

Необходимо понимание основных понятий: масса, материальная точка, сила (постоянная и переменная). Изучить аксиомы динамики: первая – принцип инерции; вторая – основной закон динамики материальной точки (масса материальной точки, единицы массы, зависимость между массой и силой тяжести); третья – закон независимости действия сил; четвертая – закон равенства действия и противодействия. Основные задачи динамики (прямая и обратная). Обратите особое внимание на единицы измерения силы, массы в различных системах.

Понятие силы инерции, ее величина и направление, принцип Даламбера и метод кинетостатики. Особенности определения сил инерции при криволинейном движении.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Что называется массой тела? Назовите единицу измерения массы тела в системе СИ.
- 2 Что является мерой инертности тела?
- 3 Запишите основной закон динамики в векторной и дифференциальной форме.
- 4 На материальную точку действует постоянная сила, как движется точка?
- 5 Какое ускорение получит точка, если на нее действует сила, равная удвоенной силе тяжести?
- 6 После столкновения двух материальных точек массами  $m_1=6$  кг и  $m_2=24$  кг первая точка получила ускорение  $1,6$  м/с<sup>2</sup>. Чему равно ускорение, полученное второй точкой?
- 7 В чем суть Принципа Даламбера; метод кинетостатики.

#### **Тема 1.11. Работа и мощность.**

Тема характеризует работу постоянной силы при прямолинейном движении, работу переменной силы при криволинейном движении, работу силы тяжести и работу силы упругости, работу при качении тела по негладкой плоскости. Доказывает теорему о работе равнодействующей силы. Раскрывает суть понятий «мощность» и «КПД системы механизмов при последовательном и параллельном соединении». Формулирует определения работы и мощности при вращательном движении. Объясняет зависимость между вращающим моментом, передаваемой мощностью и частотой вращения. Следует определять работу и мощность при поступательном и вращательном движении.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Какие силы называют движущими?
- 2 Какие силы называют силами сопротивления?
- 3 Запишите формулы для определения работы при поступательном и вращательном движениях
- 4 Какую силу называют окружной? Что такое вращающий момент?

- 5 Сформулируйте теорему о работе равнодействующей
- 6 Поясните такие понятия как «мощность», «коэффициент полезного действия машин и механизмов»
- 7 Запишите формулу определяющую связь между вращающим моментом, передаваемой мощностью и частотой вращения (в международной системе единиц (СИ)).

## **РАЗДЕЛ 2 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

Изучение курса сопротивления материалов (наука о прочности, жесткости и устойчивости, деформируемых под нагрузкой элементов машин и конструкций) следует начать с повторения раздела «Статика» (равновесие тел, уравнения равновесия, геометрические характеристики сечений). Непременными условиями успешного овладения учебным материалом являются: а) четкое понимание физического смысла рассматриваемых понятий; б) свободное владение методом сечений; в) осознанное применение геометрических характеристик прочности и жесткости поперечных сечений; г) самостоятельное решение достаточно большого числа задач. Принципиальная схема изучения каждого из видов нагружения бруса единообразна: от внешних сил с помощью метода сечения к внутренним силовым факторам, от них – к напряжениям, от расчетного напряжения – к условию прочности бруса.

При изучении темы "Основные положения сопротивления материалов" необходимо уяснить цели и задачи раздела, связь с другими разделами технической механики и специальными предметами. Изучить, что такое упругие и пластические деформации, основные допущения и гипотезы о свойствах материалов и характере деформации, как определяются внутренние силовые факторы и основные виды деформированного состояния бруса? Уяснить, какие напряжения возникают в поперечном сечении бруса.

При изучении темы "Растяжение и сжатие" необходимо уяснить, как строятся эпюры продольных сил и нормальных напряжений. Обратить внимание на продольные и поперечные деформации, закон Гука, модуль продольной упругости, коэффициент Пуассона. Рассмотреть диаграмму растяжения пластичных материалов, их механические характеристики. Основное неравенство расчета на прочность по нормативным напряжениям, методы расчета по предельным состояниям.

При изучении темы "Практические расчеты на срез и смятие" обратить внимание на то, каковы основные расчетные предпосылки и расчетные формулы. Рассмотреть примеры расчета болтовых, заклепочных, сварных соединений.

Необходимо изучить тему "Геометрические характеристики плоских сечений". Нужно знать, что такое моменты инерции, как определяются осевые моменты инерции простейших сечений. Разобрать на примере определение главных центральных моментов инерции составных сечений, а также как пользоваться таблицами прокатных профилей.

При изучении темы "Изгиб" необходимо обратить внимание на внутренние силовые факторы в поперечном сечении бруса, правила определения поперечной силы и изгибающего момента и их знаки, научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для различных видов нагружения статически определимых балок. Как определяются нормальные и касательные напряжения при изгибе, эпюры нормальных и касательных напряжений поперечных сечений?

Нужно уметь выполнять расчеты на прочность по нормальным, касательным и эквивалентным напряжениям. Изучить гипотезы прочности, формулы для определения эквивалентного напряжения по различным гипотезам прочности.

Чтобы выполнять расчеты на прочность и жесткость валов, необходимо усвоить тему "Сдвиг и кручение брусков круглого сечения" Понятие о чистом сдвиге; деформация сдвига, модуль сдвига.

Формулы для определения напряжения и угла закручивания при кручении.

### **Тема 2.1 Основные положения сопротивления материалов**

Внутренние силы, возникающие между частицами тела под действием нагрузок, являются таковыми для тела в целом. При применении метода сечений эти силы для рассматриваемой части тела являются внешними, т.е. к ним применимы методы статики. Действующая в произвольно проведенном поперечном сечении система внутренних сил эквивалентна в общем случае одной силе и одному моменту. Разложив их на составляющие, получим соответственно три силы (по направлению координатных осей) и три момента (относительно этих осей), которые называют внутренними силовыми факторами (ВСФ). Возникновение тех или иных ВСФ зависит от фактического нагружения бруса. Определяют ВСФ с помощью уравнений равновесия статики. Внутренним нормальным силам соответствуют нормальные напряжения  $\sigma$ , касательным силам – касательные напряжения.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Для чего изучается сопротивление материалов?
- 2 Чем отличается упругая деформация от пластической?
- 3 Следует ли учитывать изменение размеров тел при составлении уравнений равновесия сил, приложенных к нему?
- 4 В каких случаях при действии на тело нескольких сил эффект действия каждой силы можно считать независимым от действия других сил? Какое название, носит этот принцип?
- 5 Какими расчетными схемами заменяются реальные объекты расчета? Каковы геометрические признаки, присущие каждой расчетной схеме?
- 6 Почему нельзя определить внутренние силовые факторы в произвольном сечении, рассматривая равновесие всего тела в целом?
- 7 В чем заключается метод сечений?
- 8 Можно ли с помощью метода сечений установить закон распределения внутренних силовых факторов по проведенному сечению?
- 9 Что такое напряжение? Какова размерность напряжения

#### **Тема 2.2 Растяжение и сжатие**

При изучении темы следует обратить особое внимание на гипотезу плоских сечений, которая справедлива и при других видах нагружения бруса. При растяжении или сжатии напряжения распределяются по поперечному сечению равномерно, геометрической характеристикой прочности и жесткости сечения является его площадь, форма сечения значения не имеет, все точки сечения равноопасны. Достаточное внимание следует уделить и вопросу испытания материалов, основным механическим характеристикам прочности материала, предельным и допускаемым напряжениям.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 В каком случае брус испытывает деформацию растяжения или сжатия?
- 2 Каков закон изменения нормальных напряжений по площади поперечного сечения при растяжении и сжатии?
- 3 Влияет ли форма поперечного сечения на значение напряжений, возникающих при растяжении и сжатии?
- 4 Что называется эпюрой нормальных сил и эпюрой нормальных напряжений?
- 5 Для чего строят эпюры  $N$  и  $\sigma$ ? Какое поперечное сечение бруса называется опасным?
- 6 Что такое модуль продольной упругости материала, какова его размерность?
- 7 Какова связь между продольной и поперечной деформацией?
- 8 Что такое жесткость сечения бруса и жесткость бруса при растяжении (сжатии)?
- 9 Какова цель механических испытаний материалов?
- 10 Что называется пределами пропорциональности, упругости, текучести, прочности?
- 11 Каковы характеристики пластичных свойств материалов?
- 12 В чем заключается закон разгрузки и повторного нагружения?

13 Какие системы называют статически неопределимыми?

### **Тема 2.3 Практические расчеты на срез и смятие**

При изучении темы следует обратить внимание на расчет заклепок, сварных соединений и врубок. Явление среза всегда «осложнено» наличием других напряжений. Надо уметь показать на чертеже площадки, на которых возникают напряжения среза, смятия, скалывания.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 На каких допущениях основаны расчёты на срез?
- 2 Какие внутренние силовые факторы возникают при срезе и смятии?
- 3 Запишите закон сдвига при срезе
- 4 Какой физический смысл у модуля упругости
- 5 Запишите условие прочности на сдвиг и смятие
- 6 По каким формулам производят расчёт на срез и смятие?
- 7 Как учесть количество деталей, использованных при передаче нагрузки при расчетах на сдвиг и смятие
- 8 Как определяется площадь смятия, если поверхность смятия цилиндрическая, плоская?

### **Тема 2.4 Геометрические характеристики плоских сечений**

В теории изгиба важную роль играют моменты инерции, поэтому следует рассмотреть этот вопрос в виде самостоятельной темы.

Перед изучением этой темы по учебнику теоретической механики повторите материал о статическом моменте и о нахождении центров тяжести плоских фигур.

При изучении темы следует обратить внимание на теорему о переносе осей. Эта формула наглядно показывает, что наименьшим из моментов инерции относительно нескольких параллельных осей является момент инерции относительно той оси, которая проходит через центр тяжести.

В теории изгиба важную роль играют главные центральные оси. Обратите внимание на определение положения главных центральных осей. Если сечение состоит из ряда прокатных профилей, то необходимо при вычислениях пользоваться данными таблиц сортамента.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Что такое статический момент сечения?
- 2 Что такое осевой и центробежный моменты инерции плоского сечения?
- 3 Изменяются ли центробежные и осевые моменты инерции при повороте осей? При параллельном переносе?
- 4 Что такое главные центральные оси инерции?
- 5 Какая связь существует между моментами инерции относительно параллельных осей, из которых одна является центральной?
- 6 Напишите формулы для вычисления осевых моментов инерции для прямоугольника, равнобедренного треугольника, круга и кольца.
- 7 Как определяют осевые моменты инерции сложных составных сечений?

### **Тема 2.5 Сдвиг и кручение**

Изучая материалы темы, следует обратить внимание на полную смысловую аналогию законов Гука при сдвиге и при растяжении (сжатии), сравнить значения модулей упругости материала при сдвиге и при продольном деформировании (жесткость любого материала при сдвиге меньше). При кручении напряжения распределяются по поперечному сечению неравномерно (в линейной зависимости от расстояния точки до полюса сечения), опасными являются все точки контура сечения. Геометрическими характеристиками прочности и жесткости сечения являются соответственно полярный момент сопротивления и полярный момент инерции, значения которых зависят не только от площади, но и от формы сечения. Рациональным (т.е. дающим экономию материала) является кольцевое сечение, имеющее по сравнению с круглым сплошным меньшую

площадь при равном моменте сопротивления (моменте инерции). Следует обратить внимание на вычисление вращающего момента на валу по заданным мощности и угловой скорости вала.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 В чем состоит деформация сдвига?
- 2 Что такое модуль сдвига и как он связан с модулем продольной упругости?
- 3 Как определяется крутящий момент в произвольном сечении?
- 4 Какая зависимость существует между передаваемой валом мощностью, вращающим моментом и угловой скоростью?
- 5 На каких гипотезах и допущениях основаны выводы формул для определения касательных напряжений и углов поворота сечений при кручении бруса круглого сечения?
- 6 Каков закон изменения касательных напряжений по площади поперечного сечения при кручении?
- 7 Что является геометрическими характеристиками сечения вала при кручении?
- 9 Почему выгоднее применять валы кольцевого, а не сплошного сечения?

#### **Тема 2.6 Прямой изгиб**

Теория частичного изгиба имеет как внешнюю, так и смысловую аналогию с теорией кручения – аналогичное распределение напряжений по поперечному сечению: наличие опасных точек сечения, аналогичные геометрические характеристики прочности и жесткости сечения, аналогичный подход к оценке рациональности формы сечения. Особое внимание следует уделить построению эпюр изгибающих моментов по характерным точкам.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 В каком случае балка работает на изгиб?
- 2 Что такое чистый и поперечный изгиб? Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечных сечениях бруса в этих случаях?
- 3 Каким методом определяют внутренние силовые факторы, действующие в поперечных сечениях на изгиб?
- 4 Чему равны поперечная сила и изгибающий момент в продольном сечении балки при изгибе?
- 5 Для чего строятся эпюры поперечных сил и изгибающих моментов?
- 6 Сформулируйте правило знаков для поперечной силы и изгибающего момента.
- 7 Какими линиями очерчиваются эпюры поперечных сил и изгибающих моментов на участке действия равномерно распределенной нагрузки?
- 8 Как меняется характер эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в точках приложения сосредоточенных сил и моментов?
- 9 Напишите формулы для определения осевых моментов сопротивления при изгибе для прямоугольника, круга и кольца.
- 10 Какими перемещениями сопровождается изгиб?

#### **Тема 2.8 Устойчивость сжатых стержней**

При изучении темы обратите особое внимание на предел применимости формулы Эйлера. Следует представлять себе, что при расчетах на устойчивость в отличие от расчетов на прочность предельное напряжение (здесь – критическое напряжение  $\sigma_{кр}$ ) зависит не только от материала бруса, но и от его геометрических размеров, формы сечения, а также способа закрепления концов.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 На примере сжатого стержня объясните явление потери устойчивости.
- 2 Что такое критическая сила?
- 3 Что такое гибкость стержня и предельная гибкость материала? От каких факторов они зависят?
- 4 Как определяется критическое напряжение?
- 5 Какое сечение стержня (сплошное или кольцевое) более рационально с точки

зрения устойчивости и почему?

### **Тема 2.9. Сопротивление усталости.**

#### **Тема 2.7 Гипотезы прочности**

В этой теме рассматривается случай сложного сопротивления. Перед изучением темы повторите главы, в которых изложена проверка прочности при изгибе по главным напряжениям, когда известны нормальные напряжения  $\sigma$  и касательные  $\tau$ . В случае изгиба с кручением также возникают нормальные напряжения и касательные.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Чем характеризуется и как изображается напряженное состояние в точке
- 2 Какие площадки и какие напряжения называют главными?
- 3 Что такое эквивалентное напряжение?
- 4 Почему в случае одновременного действия изгиба и кручения оценку прочности производят, применяя гипотезы прочности?
- 5 Приведите примеры деталей, работающих на изгиб с кручением.
- 6 Какие точки поперечного сечения являются опасными, если брус круглого поперечного сечения работает на изгиб с кручением?

### **РАЗДЕЛ 3. ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ**

Технику -строителю необходимо твердо усвоить, что всякое инженерное сооружение (мост, тоннель, подпорная стенка или здание) должно быть прочным, жестким и устойчивым и в то же время экономичным и технологичным.

Сооружение всегда находится под действием различного рода нагрузок. Как постоянных (собственный вес сооружения), так и временных (полезная нагрузка, ветровая нагрузка и др.). Эти нагрузки вызывают в сооружении и его элементах усилия. Знания статики сооружений позволяют специалисту четко представлять работу отдельных элементов и всего сооружения в целом под воздействием различных нагрузок.

#### **Тема 3.1. Основные понятия.**

#### **Тема 3.2. Исследование геометрической изменяемости плоских стержневых систем**

Понятие геометрически изменяемой и неизменяемой системы. Степень свободы и изменяемости системы. Понятие о мгновенно изменяемых системах.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- |   |   |        |
|---|---|--------|
| 1 | определение геометрически неизменяемой и геометрически изменяемой системе | Дайте  |
| 2 | называют диском?  | Что    |
| 3 | те три основных вида связей   | Назови |
| 4 | определяется степень свободы?   | Как    |

#### **Тема 3.3. Статически определимые плоские рамы**

Общие сведения о рамных конструкциях. Анализ статической определимости рамных систем. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов и продольных сил.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Что такое рамная конструкция?
- 2 Как производится анализ статической определимости рамных систем?
- 3 Как строятся эпюры  $Q$ ,  $N$ ,  $M$  для рам
- 4 Как определяются знаки  $Q$ ,  $N$ ,  $M$  при расчете рам

#### **Тема 3.4. Трехшарнирные арки**

Общие сведения об арках. Типы арок и их элементы, область их применения.

Аналитический способ расчета арок. Определение опорных реакций. Определение поперечной силы, изгибающего момента и продольной силы в произвольном сечении арки.

**Вопросы для самоконтроля**

- 1 Назовите основные элементы арки
- 2 В чем различие распорной системы от безраспорной?
- 3 Каково назначение затяжки (в случае устройства арки с затяжкой)
- 4 Как определить силу в затяжке?
- 5 По каким правилам определяют поперечные силы, изгибающие моменты и продольные силы в поперечных сечениях арки

**Тема 3.5. Статически определимые плоские фермы**

Общие сведения. Классификация ферм. Условия геометрической неизменяемости и статической определимости. Определение усилий в стержнях фермы методом вырезания узлов. Определение усилий в стержнях фермы способом проекций и моментных точек.

**Вопросы для самоконтроля**

- 1 Какая конструкция называется фермой, в чем ее преимущество перед другими конструкциями?
- 2 Какие основные элементы фермы?
- 3 Как классифицируются фермы?
- 4 Условие геометрической неизменяемости и статической определимости фермы.
  - 6 Сущность способа вырезания узлов, сущность способа моментных точек.
  - 7

**Тема 3.6. Основы расчета статически неопределимых систем методом сил.**

Необходимо знать отличие статически определимой системы от статически неопределимой. Определение степени статической неопределимости. Преимущества и недостатки статически неопределимых систем. Канонические уравнения метода сил.

**Вопросы для самоконтроля**

- 1 Какие системы называют статически неопределимыми?
- 2 В чем их преимущества и недостатки?
- 3 Что называется степенью статической определимости и как она определяется?
- 4 В чем суть выбора основной системы?
- 5 Сколько необходимо составить канонических уравнений?
- 6 В чем сущность расчета статически неопределимых систем методом сил?
- 7 Как записывают канонические уравнения?

**Тема 3.7. Расчет подпорных стен**

Общие понятия. Аналитическое определение активного и пассивного давления сыпучего тела на подпорную стену. Распределение давления. Эпюра интенсивности бокового давления.

**Вопросы для самоконтроля**

- 1 Что называется подпорной стеной? Виды подпорных стен.
- 2 Что называется идеально сыпучим телом? Его основные свойства.
- 3 Что такое угол естественного откос, угол трения, коэффициент трения.
- 4 Назначение подпорных стен
- 5 Что называется активным давлением грунта
- 6 Что называется пассивным давлением (отпором) грунта?
- 7 Что называется углом естественного откоса и что такое призма обрушения?

## 2. Перечень тем сообщений и докладов

№	Наименование раздела и темы дисциплины	Наименование темы сообщения, доклада	Примечание
	<b>РАЗДЕЛ 1.</b>		
1	<b>Тема 1.1.</b>	История развития механики как науки	
2		Ученые механики, их вклад в развитие науки	
3			
4			
5	<b>Тема 1.4</b>	Балочные системы.	
6	<b>Тема 1.7</b>	Равновесие тел. Устойчивость сооружений	
7	<b>Тема 1.10</b>	Законы динамики. Принцип Д'Аламбера.	
8		Леонардо да Винчи и Шарль Кулон и законы трения	
	<b>РАЗДЕЛ 2.</b>		
14	<b>Тема 2.1.</b>	Механические испытания материалов	
15	<b>Тема 2.3</b>	Крепежные изделия и их применение	
16	<b>Тема 2.4</b>	Применение стандартного проката в строительстве	
17	<b>Тема 2.7</b>	Устойчивость строительных конструкций	
	<b>РАЗДЕЛ 3.</b>		
19	<b>Тема 3.4</b>	Разновидности арок	
20	<b>Тема 3.5.</b>	Разновидности ферм	
23	<b>Тема 3.2.</b>	Применение подпорных стен	

## 4. Опись тестовых заданий

Олофинская В.П.Сборник тестовых заданий  
**Техническая механика. Теоретическая механика**  
**Статика**

№1 Тема 1.1,1.2 Плоская система сходящихся сил

№2 Тема 1.2. Проекция сил на оси

№3 Тема 1.3. Пара сил. Момент силы относительно точки

**Тема 1.4.** Плоская система произвольных сил

№4. (1) (сосредоточенная нагрузка)

№5 (2) (распределенная нагрузка)

№6 **Тема 1.5.** Пространственная система сил.

№7 **Тема 1.6.** Центр тяжести.

### Сопротивление материалов

№12 **Тема 2.1.** Основные положения

**Тема 2.2.** Растяжение и сжатие

№13(Основные механические характеристики)

№14(Расчеты на прочность)

№15 **Тема 2.3.** Срез и смятие



№16 **Тема 2.4.** Геометрические характеристики

**Тема 2.5.** Кручение

№17 (1)

№18 (2)

**Тема 2.6.** Изгиб

№19 (1) Определение внутренних силовых факторов (сосредоточенная сила)

№20 (2) Определение внутренних силовых факторов (распределенная нагрузка)

№21 (3) Расчеты на прочность

№22 **Тема 2.8.** Устойчивость сжатых стержней

### Комплект тестов по сопротивлению материалов

#### Тема 2.1. Основные положения

1. Величины, служащие мерой механического ального тепа на другое, называются ...

- 1) внутренними силовыми факторами.
- 2) внутренними силами.
- 3) напряжениями.
- 4) внешними силами (нагрузками).

2. Составляющая вектора полного напряжения дуемом сечении тела, определяемая проекцией р этого сечения, называется ...

- 1) нормальным напряжением  $\sigma$ .
- 2) касательным напряжением  $\tau$ .
- 3) поперечной силой.
- 4) нормальной силой.

3. Свойство твердых тел возвращаться к своим пер сле прекращения действия внешних сил называется ...

- 1) устойчивостью.
- 2) выносливостью.
- 3) упругостью.
- 4) прочностью.

4. Основными видами испытаний материалов с

6. Модели материала в расчетах на прочностную (мента конструкции) принято считать ...

1) сплошными, однополными, изотропными и пластичными  
3) хрупкими и идеальными

4) ...

7. Метод, позволяющий определить внутренние силы в стержне, называется ...

- 1) методом независимости действия сил.
- 2) методом сечений.
- 3) методом сил.
- 4) методом начальных параметров.

8. Принцип, утверждающий, что результат действия нескольких сил равен сумме результатов действий каждой силы в отдельности, называется ...

- 1) принципом Сен-Вена.
- 2) принципом начальных размеров.
- 3) принципом Бернулли.
- 4) принципом независимости действия сил.

9. Момент внутренних сил, действующих в стержне относительно оси  $X$  (или  $Y$ ), лежащей в плоскости деформации, называется ...

- 1) главным моментом.
- 2) моментом силы относительно оси.
- 3) крутящим моментом  $T$ .
- 4) изгибающим моментом  $M_x$  (или  $M_y$ ).

10. В модели формы при расчетах прочностной и жесткости конструкции, приводя их к стержню или тонкостенной трубе, ...

- 1) ...

12. Внешние силы, действующие на э  
подразделяют на ...

- 1) внешние и внутренние силы.
- 2) внутренние силовые факторы.
- 3) сосредоточенные, распределенные и объемны
- 4) внутренние силы и напряжения.

13. Способность твердого тела (конструкции) (равновесия или движения) при внешних воздействиях

- 1) прочностью.
- 2) устойчивостью.
- 3) выносливостью.
- 4) жесткостью.

14. Чугун и сталь – материалы ...

- 1) изотропные.
- 2) вязкоупругие.
- 3) анизотропные.
- 4) неоднородные.

15. Принцип, утверждающий, что при упругих д  
ве случаев перемещения, возникающие в конструкци  
рукции при этом изменяется незначительно, называе

- 1) принципом Сен-Вена.
- 2) принципом суперпозиции.
- 3) принципом независимости действия сил.
- 4) принципом начальных размеров.

1. Центральным растяжением (сжатием) назы при котором ...

1) в поперечных сечениях бруса возникает толь

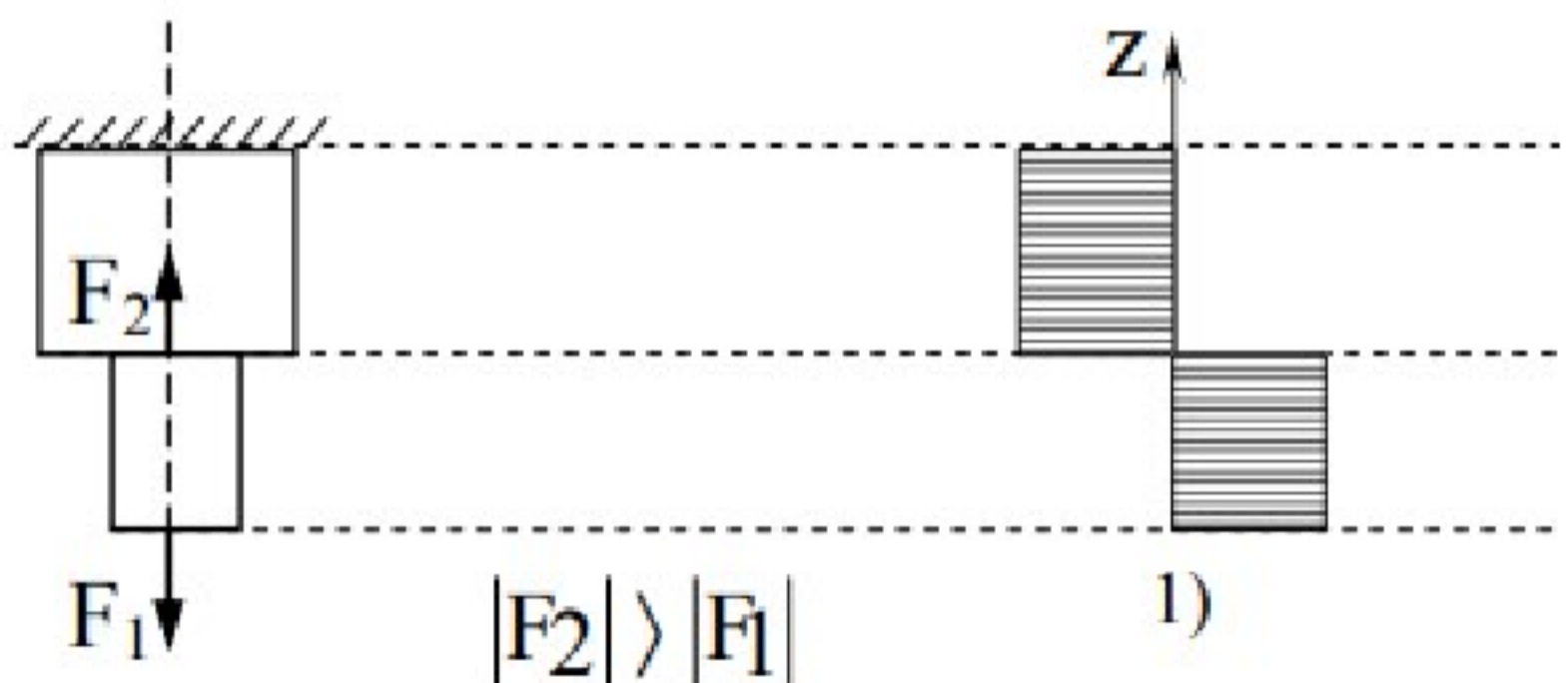
2) в поперечном сечении бруса возникает прс бающий момент  $M$ .

3) в поперечных сечениях бруса возникает толь

2. Нормальные напряжения в поперечных растянутого или центрально-сжатого бруса вычисл

1)  $\sigma = \frac{M}{W_x}$       2)  $\sigma = \frac{N}{A}$       3)  $\sigma = \frac{M}{W_x}$

3. Эпюра продольных сил  $N$  верна на рисунке .



5. Абсолютная продольная деформация определяется по формуле

1)  $\Delta l = \frac{N \cdot l}{E \cdot A}$       2)  $\Delta l = \frac{N}{E \cdot A}$

6. Относительная продольная деформация определяется по формуле

1)  $\epsilon = \frac{l_0}{A \cdot \sigma}$       2)  $\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$

7. модуль упругости материала  $E$  характеризуется....

1) пластичность материала.

2) прочность материала.

3) способность материала сопротивляться УПР

8. относительная продольная деформация  $\varepsilon$  измеряется в .....

- 1) %.  
2) Па.  
3) м.

9. Модуль упругости  $E$  измеряется в

- 1) МПа.  
2) Н.  
3) м.

10 Жесткостью поперечного сечения при растяжении (сжатии) называется произведение.....

- 1)  $EG$ .  
2)  $EA$ .  
3)  $GA$ .

11. Модуль упругости для стали.....

- 1)  $E = 3,5 \cdot 10^5$  МПа.  
2)  $E = 2 \cdot 10^6$  МПа.  
3)  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа.

12. Закон Гука при растяжении (сжатии) записывается

1)  $\sigma = \frac{N}{F}$       2)  $\sigma = E \cdot \varepsilon$

13. Коэффициентом поперечной деформации (коэффициентом Пуассона) называется отношение

1)  $\nu = \frac{\varepsilon}{\varepsilon'}$ .      2)  $\nu = \left| \frac{\varepsilon}{\varepsilon'} \right|$ .

14. Коэффициент Пуассона для сталей имеет значение....

- 1)  $\nu = 0,25 \dots 0,3$ .      2)  $\nu = 0,25 \dots 0,55$ .       $\nu = 0,35 \dots 0,4$ .

15. Абсолютная продольная деформация вертикального растянутого (сжатого) бруса с учетом внешней силы и собственного веса определяется по формуле....

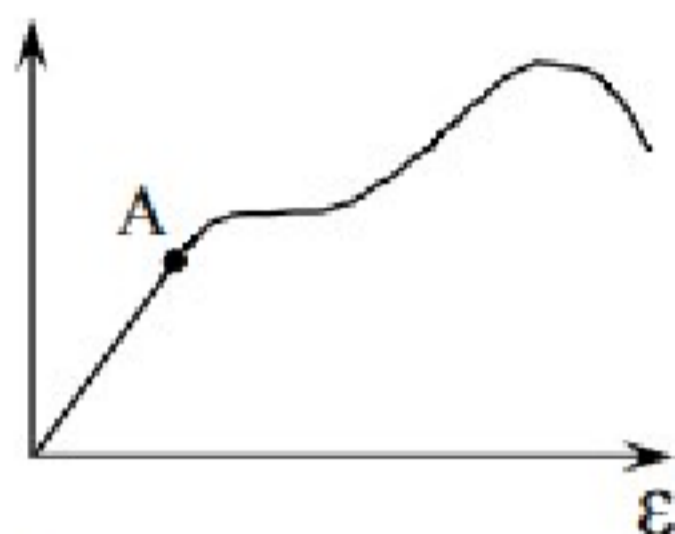
1)  $\Delta l = \frac{N \cdot l}{EA} + \frac{G \cdot l}{EA}$ .      2)  $\Delta l = \frac{N \cdot l}{EA} + \frac{G \cdot l}{EA}$ .

16. Допускаемые напряжения для пластичного материала определяются из формулы

- 1)  $[\sigma] = \frac{\sigma_y}{n}$       2)  $[\sigma] = \frac{\sigma_1}{n}$       3)  $[\sigma] = \frac{\sigma_k}{n}$

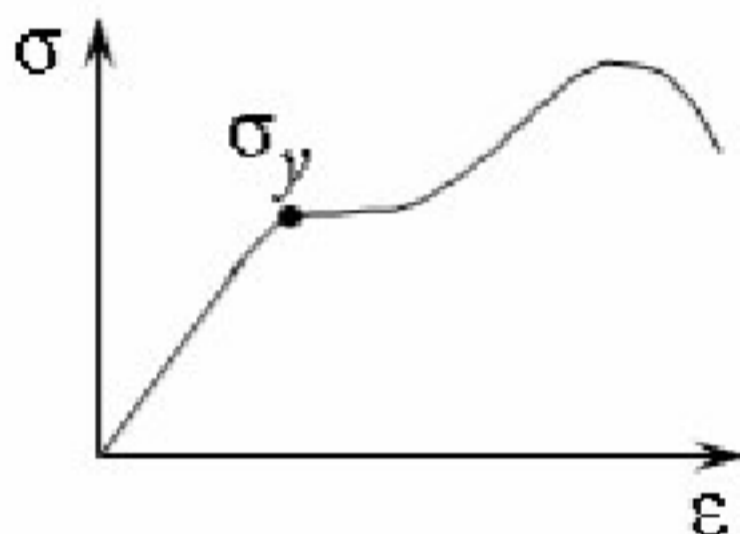
### Тесты по диаграмме растяжения

27. На диаграмме растяжения малоуглеродистого железа отмечен пункт А ...



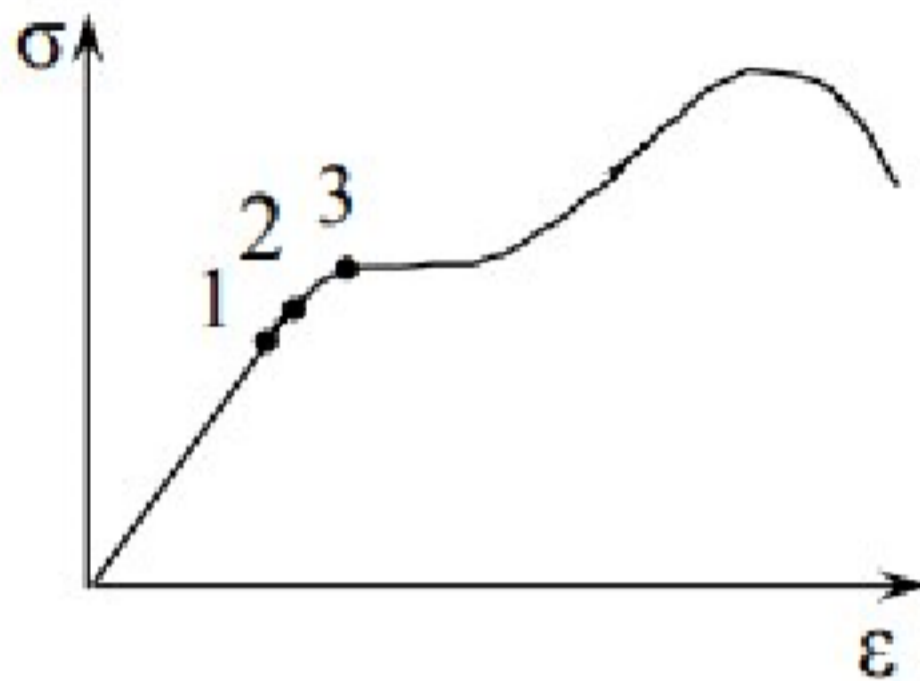
- 1) предел прочности
- 2) предел текучести
- 3) предел упругости

28. Точкой на диаграмме растяжения малоуглеродистого железа отмечен пункт  $\sigma_y$  ...



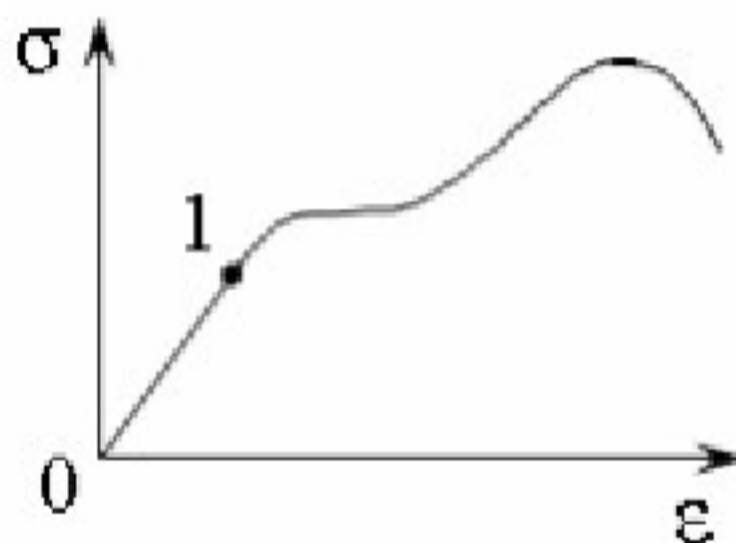
- 1) предел текучести
- 2) предел пропорциональности
- 3) предел прочности

30. На диаграмме растяжения малоуглеродистой стали



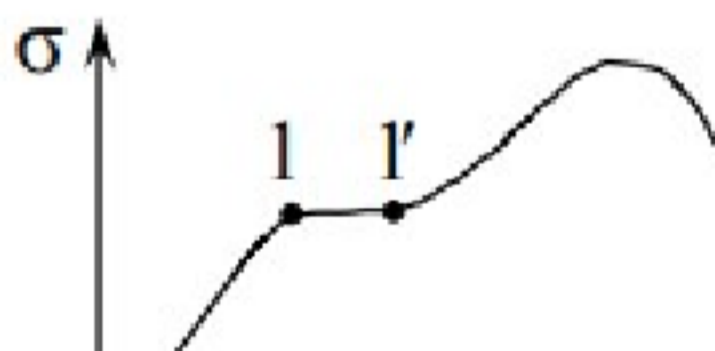
- 1) предел про
- 2) предел про
- 3) предел упр

31. На диаграмме растяжения малоуглеродистой стали называется ...



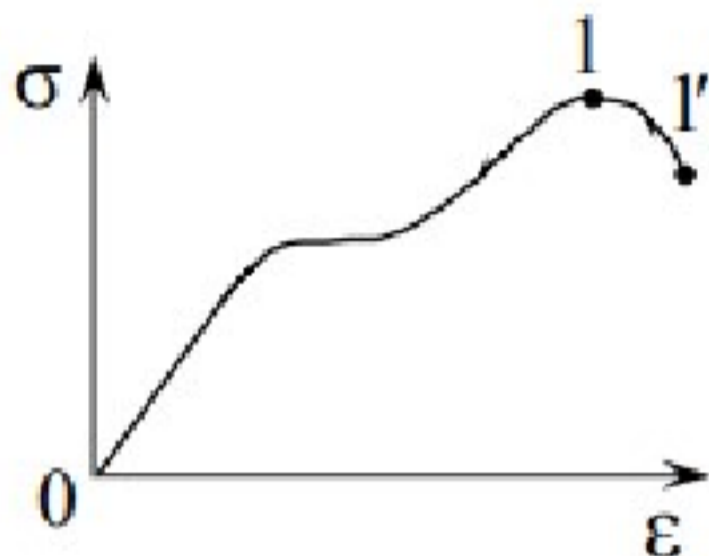
- 1) зоной упрочнения
- 2) участком текучести
- 3) участком упругой

32. На диаграмме растяжения малоуглеродистой стали называется ...



- 1) участком у
- 2) площадкой

34. На диаграмме растяжения малоуглеродистой называется ...



- 1) участком
- 2) участком
- 3) участком

35. Предел пропорциональности обозначается –

- 1)  $\sigma_e$  .
- 2)  $\sigma_y$  .
- 3)  $\sigma_{pr}$  .

36. Предел упругости обозначается – ...

- 1)  $\sigma_y$  .
- 2)  $\sigma_e$  .
- 3)  $\sigma_u$  .

37. Предел текучести обозначается – ...

- 1)  $\sigma_y$  .
- 2)  $\sigma_e$  .
- 3)  $\sigma_{pr}$  .

38. Предел прочности обозначается – ...

- 1)  $\sigma_y$  .
- 2)  $\sigma_e$  .
- 3)  $\sigma_u$  .

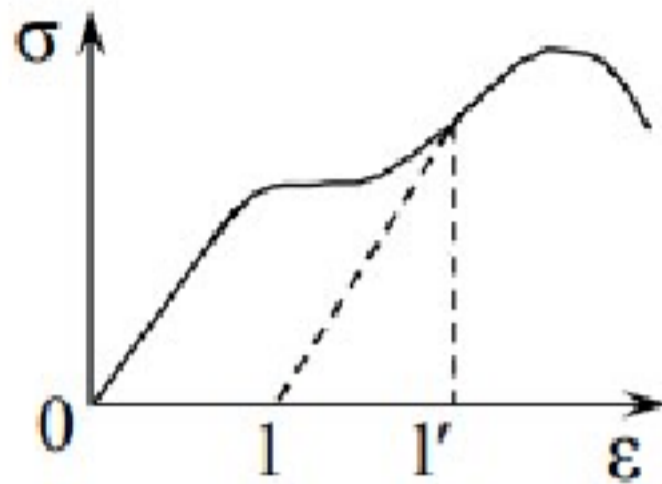
41. На диаграмме растяжения малоуглеродистой чена деформация 0–1 – ...



- 1) общая.
- 2) упругая.
- 3) пластичес

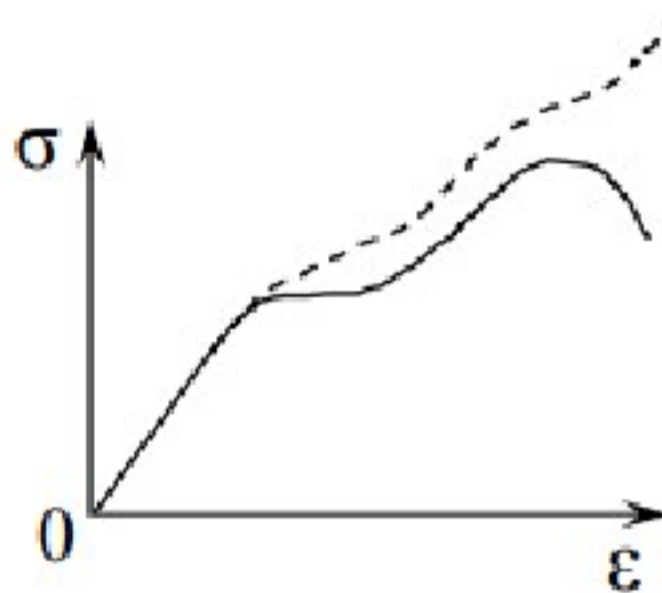


42. На диаграмме растяжения малоуглеродистой сечена деформация 1–1' – ...



- 1) пластическая.
- 2) упругая.
- 3) общая.

43. На рисунке штриховой линией изображена ...



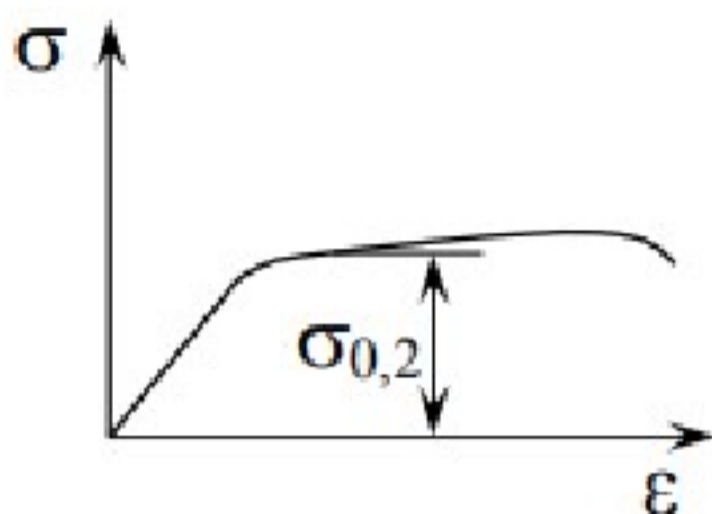
- 1) истинная диаграмма родистой стали.
- 2) условная диаграмма родистой стали.
- 3) диаграмма сжатия м

44. На рисунке изображена диаграмма ...



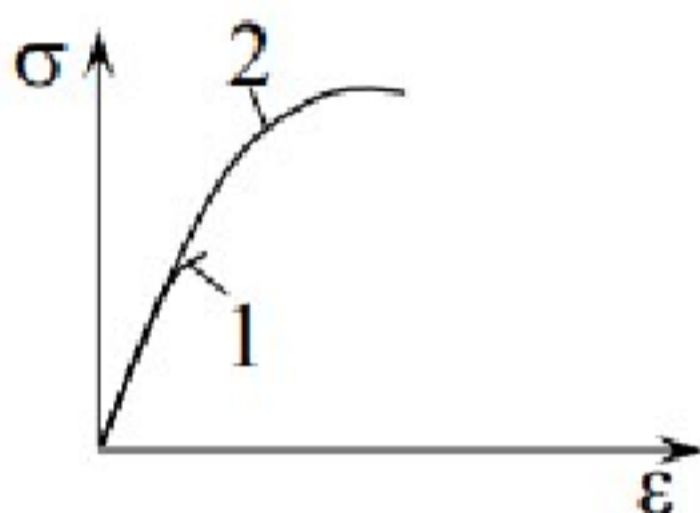
- 1) сжатия малоугл

46. На диаграмме отмечен ...



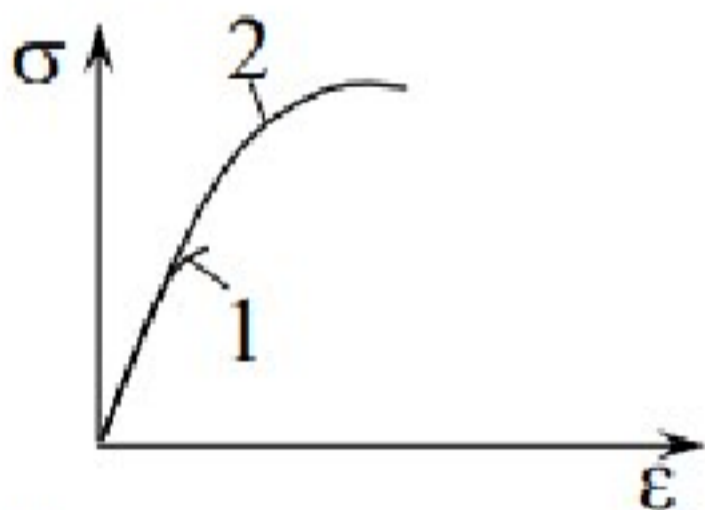
- 1) предел прочности чугуна.
- 2) предел текучести чугуна.
- 3) условный предел текучести цветных металлов.

47. Цифрой 2 обозначена диаграмма ...



- 1) сжатие чугуна.
- 2) растяжения чугуна.
- 3) сжатие малоуглеродистой стали.

48. Цифрой 1 обозначена диаграмма ...



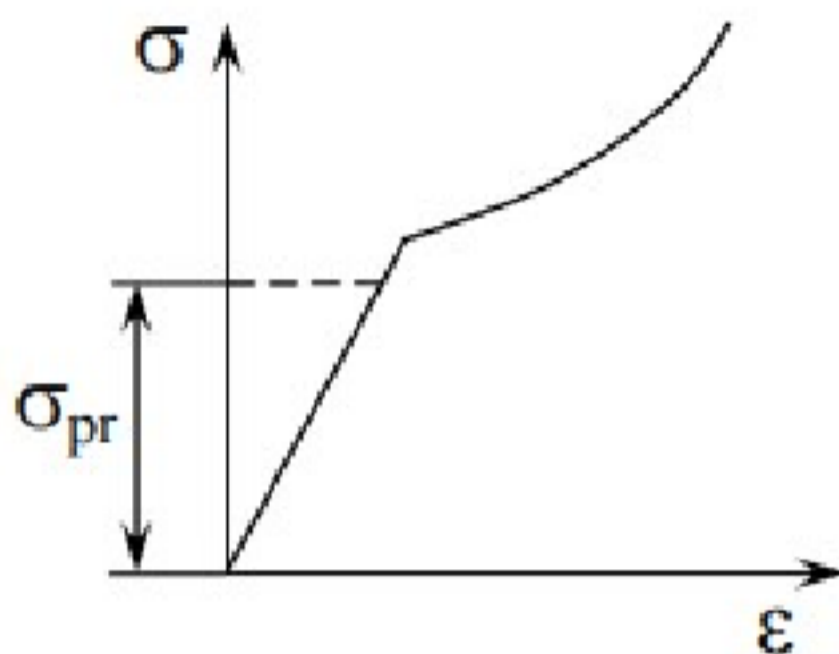
- 1) сжатие чугуна.
- 2) растяжения чугуна.
- 3) сжатие малоуглеродистой стали.

49. На диаграмме сжатия чугуна  $\sigma_u$  – это ...

$\sigma_u$

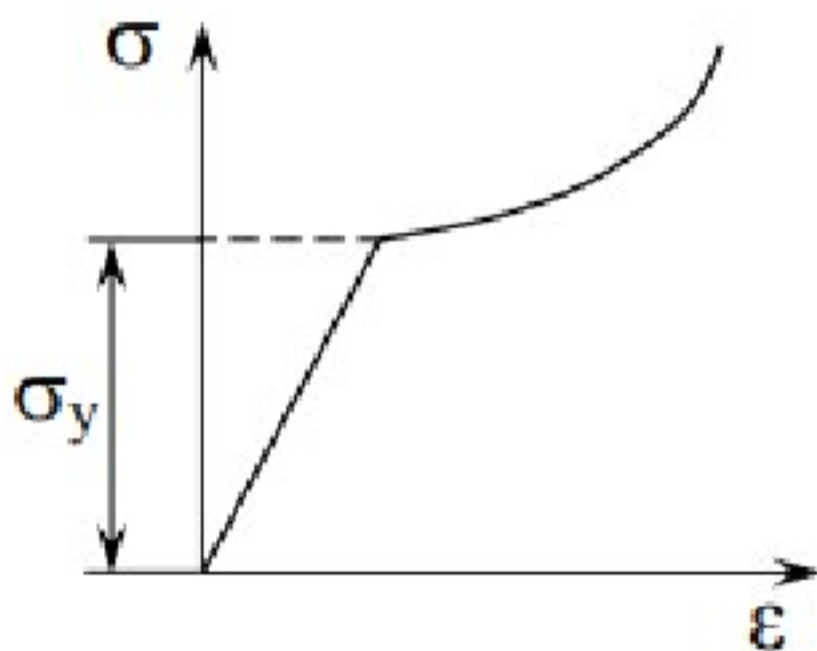
.....

51. На диаграмме сжатия малоуглеродистой стали от



- 1) предел пропорц
- 2) предел прочнос
- 3) предел упругос

52. На диаграмме сжатия малоуглеродистой стали от



- 1) предел упругос
- 2) предел текучест
- 3) предел прочнос

Геометрические характеристики плоских сечений

1. Геометрическая характеристика, определяемая  $S_x$  называется ...

- 1) статическим моментом сечения относительно оси  $x$
- 2) статическим моментом сечения относительно оси  $y$
- 3) моментом инерции сечения относительно осей  $x$  и  $y$

2. Геометрическая характеристика, определяемая  $I_x$  называется ...

- 1) осевым моментом инерции сечения относительно оси  $x$
- 2) осевым моментом инерции сечения относительно оси  $y$
- 3) статическим моментом сечения относительно осей  $x$  и  $y$

3. Геометрическая характеристика, определяемая  $I_{xy}$  называется ...

- 1) экваториальным моментом инерции сечения.
- 2) осевым моментом инерции сечения.
- 3) центробежным моментом инерции сечения.

4. Геометрическая характеристика, определяемая  $I_{xx}$  называется ...

- 1) осевым моментом инерции сечения.
- 2) статическим моментом инерции сечения.

7. Полярный момент инерции круглого сечения формуле ...

$$1) I_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \cdot \quad 2) I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \cdot \quad 3) I_p =$$

8. Полярный момент инерции кольцевого сечения формуле ...

$$1) I_p = \frac{\pi \cdot D^4}{32} (1 - c^4) \cdot \quad 2) I_p = \frac{\pi \cdot D^3}{32} \cdot$$

9. Осевой момент инерции кольцевого сечения формуле ...

$$1) I_x = I_y = \frac{\pi \cdot D^4}{64} \cdot (1 - c^4) \cdot$$

$$2) I_x = I_y = \frac{\pi \cdot D^3}{16} \cdot (1 - c^4) \cdot$$

$$3) I_x = I_y = \frac{\pi \cdot D^4}{32} \cdot (1 - c^4) \cdot$$

10. Геометрическая характеристика  $W_x$  – это ...

1) момент инерции при изгибе.

2) момент сопротивления сечения при изгибе.

3) момент сопротивления при кручении.

11. Геометрическая характеристика  $W_p$  – это ...

1) момент инерции при кручении.

2) момент сопротивления при изгибе.

3) полярный момент сопротивления при кручении.

15. Момент сопротивления кольцевого сечения по формуле ...

$$1) W_x = W_y = \frac{\pi \cdot D^3}{32} \cdot (1 - c^4), 2) W_x = W_y = \frac{\pi \cdot D^3}{64} \cdot (1 - c^4)$$

16. Полярный момент сопротивления колец

Кручение

1. При чистом сдвиге в поперечном сечении во
- 1) нормальные напряжения.
  - 2) касательные напряжения.
  - 3) главные напряжения.

2. При сдвиге в поперечных сечениях бруса во:
- 1) изгибающий момент.
  - 2) продольная сила.
  - 3) поперечная сила.

3. Закон Гука при сдвиге записывается в виде .

- 1)  $\tau = G \cdot \gamma$ .
- 2)  $\tau = \frac{Q}{A}$ .
- 3)  $\tau = G \cdot A$ .

4. Произведение  $G \cdot A$  называется ...

- 1) жесткостью при сдвиге.
- 2) прочностью при сдвиге.
- 3) упругостью при сдвиге.

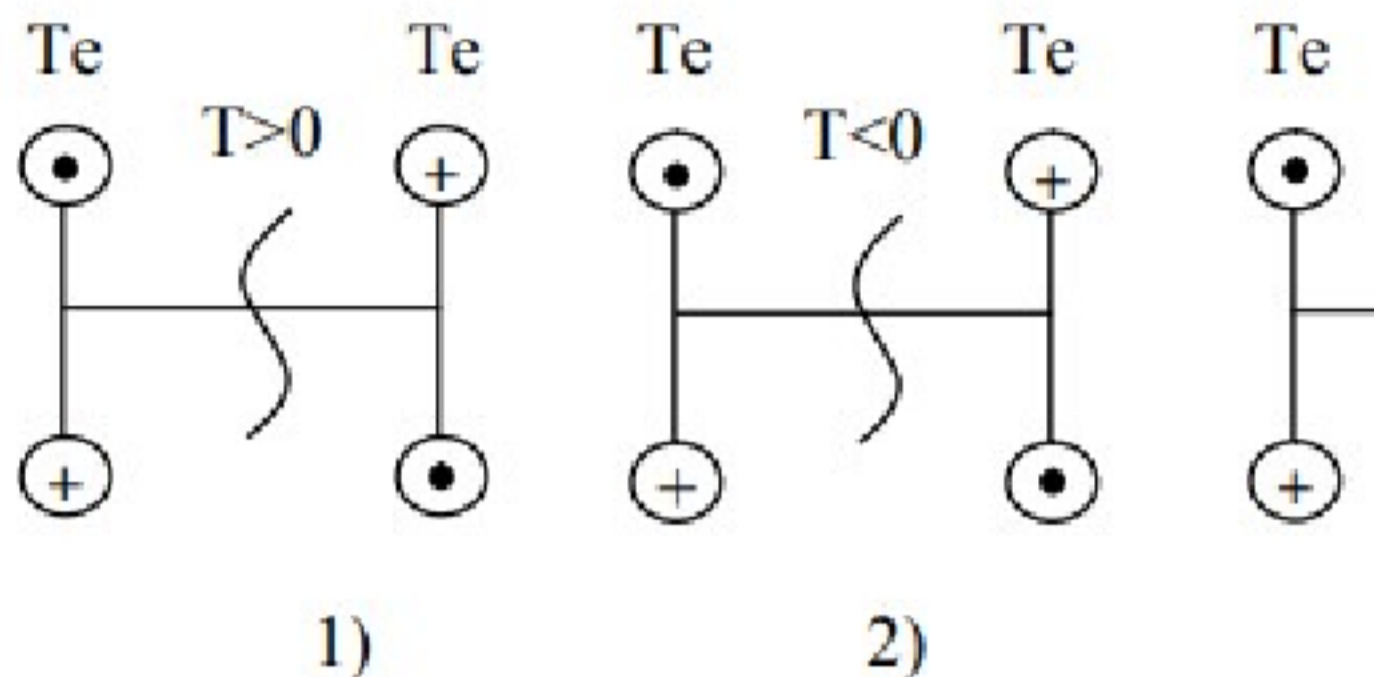
5. Модуль упругости материала  $G$  характеризу

- 1) прочностью при сдвиге.
- 2) жесткостью при сдвиге.
- 3) упругостью при сдвиге.

6. Условие прочности при срезе записывается

$$\tau_{\max} \leq \tau_{\text{доп}}$$

8. Для крутящих моментов принято правило знака на рисунке . . . .



9. В поперечном сечении круглого бруса при напряжениях.

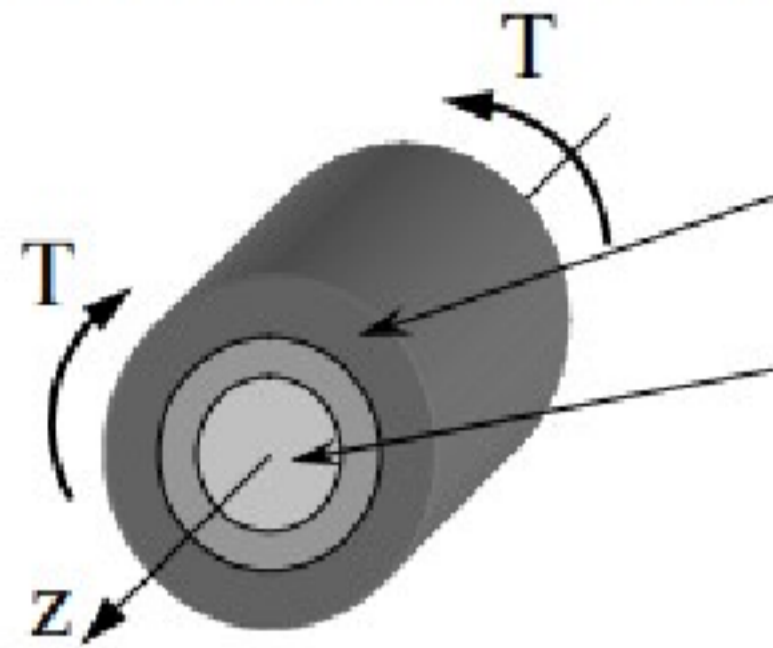
- 1) касательные и нормальные
- 2) нормальные
- 3) касательные

10. Верна эпюра касательных напряжений на рисунке . . . .





12. Наиболее нагруженные точки при кручении



- 1) в середине
- 2) на поверхности
- 3) по всему с

13. Максимальные касательные напряжения ются по формуле ...

$$1) \tau_{\max} = \frac{T}{W_p} \quad 2) \tau_{\max} = \frac{T}{W_x} \quad 3) \tau = \frac{T}{I_p} \cdot \rho$$

14. Геометрическая характеристика  $W_p$  называ

- 1) моментом сопротивления при изгибе.
- 2) моментом инерции при кручении.
- 3) полярным моментом сопротивления при кру

15. Условие прочности при кручении записыва

$$1) \tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{W_p} \leq \tau_{\text{adm}} \pm 5\% .$$
$$2) \tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{I_p} \cdot \rho \leq \tau_{\text{adm}} \pm 5\% .$$

18. Допускаемое касательное напряжение при по формуле ...

$$1) \tau_{adm} = \frac{\sigma_{adm}}{3}. \quad 2) \tau_{adm} = \sigma_{adm}. \quad 3) \tau_{adm} =$$

19. Диаметр вала при кручении, исходя из рас деляется по формуле ...

$$1) d = \sqrt[3]{\frac{32T}{\pi \cdot \tau_{adm}}}. \quad 2) d = \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi \cdot \tau_{adm}}}. \quad 3) d = \sqrt{\frac{T}{\pi}}$$

20. Допускаемый из условия прочности крутя ся по формуле ...

$$1) T_{adm} = \tau_{adm} \cdot \frac{I_p}{\rho}. \quad 2) T_{adm} = A \cdot \tau_{adm}. \quad 3) T_{a}$$

21. Жёсткостью при кручении называется прои

$$1) GI_p. \quad 2) GA. \quad 3) EA.$$

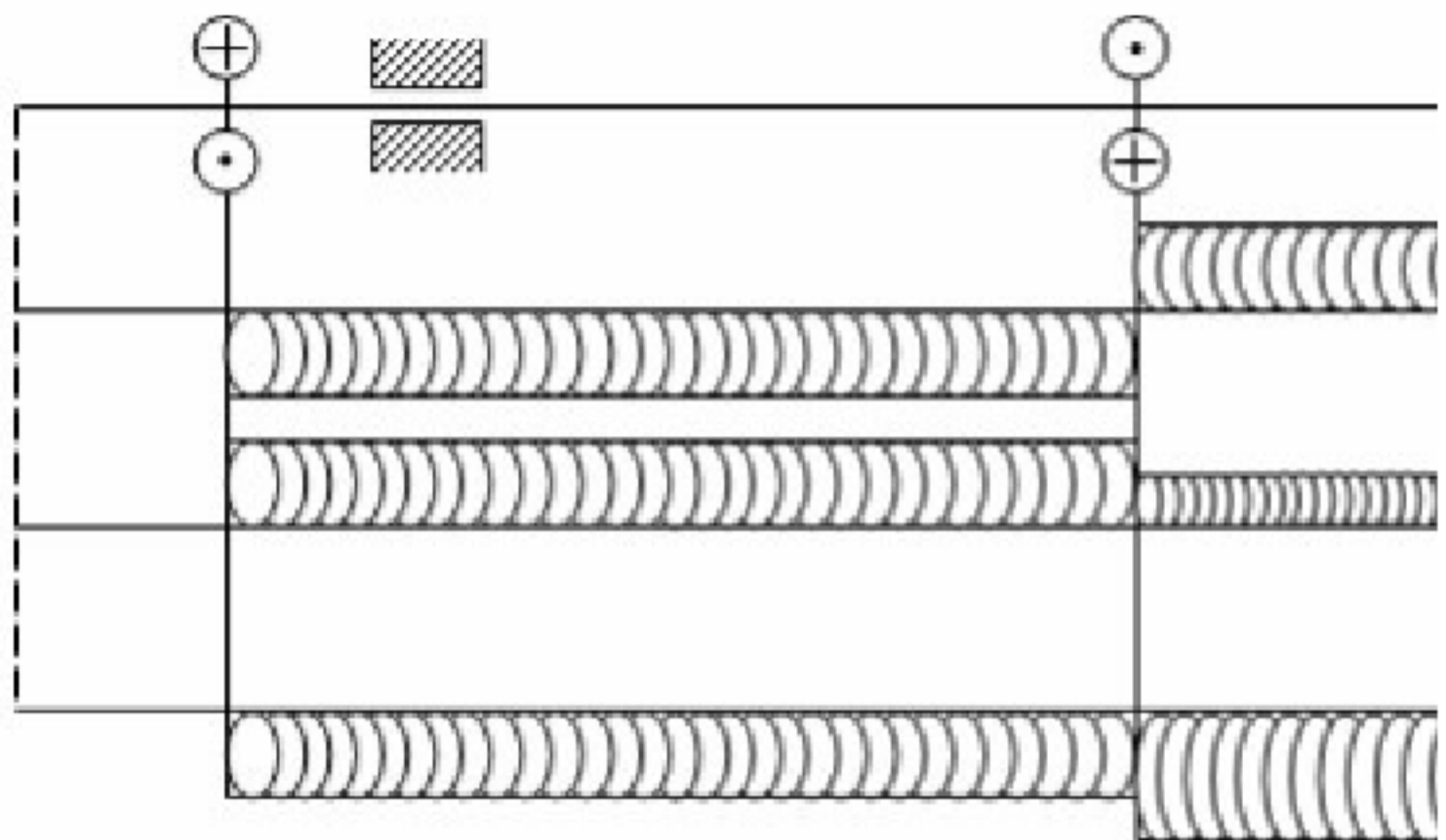
22. Угол закручивания вала на длине  $\ell$  определ

$$1) \varphi = \frac{T \cdot \ell}{G \cdot I_p}. \quad 2) \varphi = \frac{T}{G \cdot I_p}. \quad 3) \varphi = \frac{T \cdot \ell}{2G \cdot I_p}.$$

23. Относительный угол закручивания вала пр по формуле ...

$$1) \theta = \frac{T}{2G \cdot I_p}. \quad 2) \theta = \frac{T \cdot \ell}{G \cdot I_p}. \quad 3) \theta = \frac{T}{G \cdot I_p}.$$

28. Верна эпюра крутящих моментов  $T$ , предст



29. Стержень, работающий на кручение называется

1) балкой

2) брусом

3) валом

Устойчивость сжатых стержней

1. Критической при продольном сжатии стержня
- 1) наименьшая сила, при которой стержень теряет устойчивость
  - 2) наибольшая сила, при которой стержень теряет устойчивость
  - 3) сила, при которой происходит разрушение стержня

2. Критическое напряжение с увеличением длины стержня
- 1) увеличивается.
  - 2) не изменяется.
  - 3) уменьшается.

3. Величина критического сжимающего напряжения по формуле ...

1)  $\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$ ,      2)  $\sigma_{cr} = \frac{F}{A}$ ,      3)  $\sigma_{cr} = \frac{F_{cr}}{A}$

4. Выражение  $\lambda = \frac{\mu \cdot \ell}{i_{min}}$  при продольном изгибе стержня

- 1) жёсткостью стержня.
- 2) гибкостью стержня.
- 3) прочностью стержня.

5. Формула Эйлера для критической силы изгибания стержня

1)  $F_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{min}}{(\mu \cdot \ell)^2}$ ,      2)  $F_{cr} = \frac{\pi \cdot E}{\mu \cdot \ell}$ ,      3)  $F_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{min}}{\mu \cdot \ell}$

9. При расчетах на устойчивость продольно сжатой углеродистой стали формулой Ясинского можно пользоваться при

- 1)  $\lambda > 100$ .    2)  $0 < \lambda < 40$ .    3)  $40 < \lambda < 100$ .

10. Формула Ясинского для расчета критического напряжения выражается в виде ...

- 1)  $\sigma_{cr} = a - b\lambda$ .    2)  $\sigma_{cr} = b\lambda - a$ .    3)  $\sigma_{cr} = a + b\lambda$ .

11. Коэффициенты  $a$  и  $b$  в формуле Ясинского для углеродистой стали имеют следующие значения:

- 1)  $a = 200$  МПа;  $b = 10$  МПа.  
2)  $a = 1,14$  МПа;  $b = 310$  МПа.  
3)  $a = 310$  МПа;  $b = 1,14$  МПа.

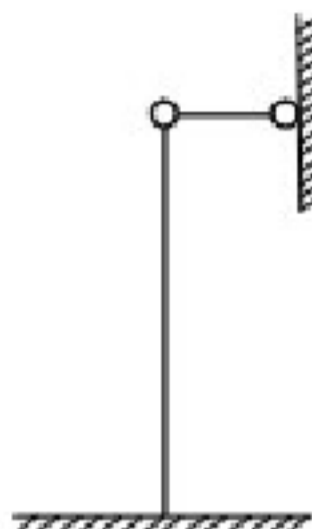
12. Коэффициент  $\mu$  в формуле Эйлера для расчета критического напряжения называется ...

- 1) коэффициентом приведения длины стержня.  
2) коэффициентом приведения силы.  
3) коэффициентом запаса устойчивости.

13. Коэффициент приведения длины  $\mu$  для стержня, закрепленного одним концом жестко, а другим свободно, равен ...

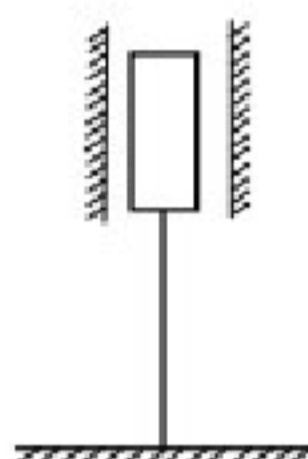
- 1)  $\mu = 0,5$   
2)  $\mu = 2$   
3)  $\mu = 0,7$

15. Для заданной схемы нагружения коэффициент длины ...



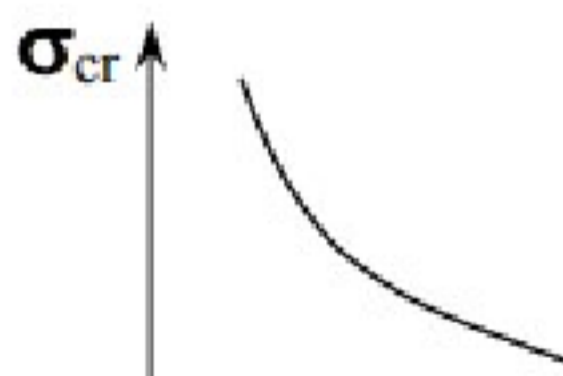
- 1)  $\mu = 0,7$ .
- 2)  $\mu = 2$ .
- 3)  $\mu = 0,5$ .

16. Для данной схемы нагружения коэффициент



- 1)  $\mu = 2$ .
- 2)  $\mu = \frac{1}{2}$ .
- 3)  $\mu = 0,7$ .

17. Приведенный на рисунке график критических нагрузок относится к стержням ...



- 1) малой гибкости
- 2) средней гибкости
- 3) большой гибкости

Варианты ответов

## Основные понятия

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ответ	4	1	3	4	2	1	2	4	4	3	2

## Растяжение и сжатие

№ вопро-са	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1
Ответ	3	2	1	1	2	3	1	2	3	1	2
№ вопро-са	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	2
Ответ	3	1	1	1	3	2	1	3	1	3	1
№ вопро-са	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	4
Ответ	3	2	1	3	2	1	3	2	1	1	2

## Сдвиг. Кручение

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	2	3	1	1	2	1	3	1	3	1

## Устойчивость стержней

№ во-проса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

<http://agroen.vsau.ru/metod/mech/sopromat/testzad.pdf>

### ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ Тестовые задания

1. Из какого числа стержней состоит наипростейшая геометрически неизменяемая стержневая система?

- 1) двух;
- 2) трех;

- 3) четырех;
- 4) пяти.

2. Если  $S$  – число стержней простейшей фермы,  $K$  – число ее узлов, то:

- 1)  $S = 2K - 1$ ;
- 2)  $S = 2K + 3$ ;
- 3)  $S = 2K + 1$ ;
- 4)  $S = 2K - 3$ .

3. Как называется геометрически неизменяемая система, если она имеет число стержней, превышающее минимально необходимое?

- 1) статически неопределимая;
- 2) статически определимая;
- 3) кинематически неопределимая;
- 4) кинематически определимая.

4. Чему равна максимальная ордината линии влияния изгибающего момента для произвольного сечения между опорами однопролетной балки?

- 1)  $ab/a-b$ ;
- 2)  $a-b/ab$ ;
- 3)  $a+b/ab$ ;
- 4)  $ab/a+b$ .

5. Чему равна степень статической неопределимости  $n$  неразрезной балки, имеющей  $C$  опорных связей?

- 1)  $n = C - 2$ ;
- 2)  $n = C + 3$ ;
- 3)  $n = C - 3$ ;
- 4)  $n = C + 2$ .

6. Как называется метод построения линий влияния усилий для многопролетных статически определимых балок, основанный на отбрасывании связи?

- 1) статический;
- 2) динамический;
- 3) кинематический;
- 4) кинетический.

7. Какое преимущество при больших пролетах имеет ферма по сравнению со сплошной балкой?

- 1) более лёгкая;
- 2) более дешёвая;
- 3) более жёсткая;
- 4) более долговечная.

8. Какими по классификации не бывают фермы?

- 1) с параллельными поясами;
- 2) трапецевидные;
- 3) треугольные;
- 4) полигональные.

9. Каким способом не определяют усилия в стержнях ферм?

- 1) вырезания узлов;



- 2) моментных точек;
- 3) проекций;
- 4) кинематическим.

10. Сколько раз статически неопределим плоский замкнутый контур?

- 1) шесть;
- 2) пять;
- 3) четыре;
- 4) три.

11. Как называется разность между числом неизвестных усилий и числом независимых уравнений статики, которые можно составить для рассматриваемой системы?

- 1) порядок статической неопределимости;
- 2) степень статической неопределимости;
- 3) порядок кинематической неопределимости;
- 4) степень кинематической неопределимости.

12. Чем по своей сути являются коэффициенты канонических уравнений метода сил?

- 1) деформациями;
- 2) реакциями;
- 3) перемещениями;
- 4) напряжениями.

13. Как называется общее число неизвестных в методе перемещений?

- 1) степень кинематической неопределимости;
- 2) степень статической неопределимости;
- 3) порядок кинематической неопределимости;
- 4) порядок статической неопределимости.

14. Чем по своей сути являются коэффициенты канонических уравнений метода перемещений?

- 1) напряжениями;
- 2) реакциями;
- 3) перемещениями;
- 4) деформациями.

15. Как называются системы криволинейного или ломаного очертания, в опорах которых от вертикальной нагрузки возникают наклонные реакции?

- 1) рамы;
- 2) фермы;
- 3) арочные системы;
- 4) шарнирные системы.

16. Какую реакцию опоры в арочных системах называют распором?

- 1) горизонтальную составляющую;
- 2) вертикальную составляющую;
- 3) полную реакцию;
- 4) равнодействующую.

17. Какое преимущество имеют арочные системы по сравнению с балочными?

- 1) более долговечны;
- 2) прочнее;

- 3) более технологичны;
- 4) более экономичны.

18. Какие типы решетки не применяются в фермах?

- 1) треугольная;
- 2) прямоугольная;
- 3) раскосная;
- 4) ромбическая.

19. Какое количество стержней, связывающих сооружение с землей, обеспечивает ему геометрическую неизменяемость?

- 1) два;
- 2) три;
- 3) четыре;
- 4) пять.

20. С помощью какого количества стержней можно осуществить сочленение трех дисков?

- 1) трех;
- 2) четырех;
- 3) пяти;
- 4) шести.

#### **Тесты: Основы строительной механики**

1. Что является задачей строительной механики?

- а) расчеты деталей с.-х. машин;
- б) расчеты гидравлических машин;
- в) метеорологические прогнозы;
- г) расчет сооружений на прочность;
- д) нет правильных ответов.

2. Какие Вы знаете основные элементы сооружений?

- а) боковина;
- б) фундамент;
- в) сердцевина;
- г) задняя часть;
- д) нет правильных ответов.

3. Какие Вы знаете основные элементы сооружений?

- а) боковина;
- б) колонна;
- в) сердцевина;
- г) задняя часть;
- д) нет правильных ответов.

4. Какие Вы знаете основные элементы сооружений?

- а) боковина;
- б) ригель;
- в) сердцевина;
- г) задняя часть;
- д) нет правильных ответов.

5. Какие Вы знаете основные элементы сооружений?

- а) боковина;
- б) перекрытие;
- в) сердцевина;
- г) задняя часть;
- д) нет правильных ответов.

6. Какие Вы знаете основные элементы сооружений?

- а) боковина;
- б) внешнее ограждение;
- в) сердцевина;
- г) задняя часть;
- д) нет правильных ответов.

7. Какие основные понятия используются при расчетах сооружений?

- а) сбор нагрузок;
- б) интегралы;
- в) диаграммы;
- г) глубина плодородного слоя почвы;
- д) нет правильных ответов.

8. Какие основные понятия используются при расчетах сооружений?

- а) расчетная схема;
- б) интегралы;
- в) диаграммы;
- г) глубина плодородного слоя почвы;
- д) нет правильных ответов.

9. Какие основные понятия используются при расчетах сооружений?

- а) внутренние усилия;
- б) интегралы;
- в) диаграммы;
- г) глубина плодородного слоя почвы;
- д) нет правильных ответов.

10. Какие понятия определяют основные классификационные характеристики инженерных сооружений?

- а) огромные;
- б) многоступенчатые;
- в) стержневые;
- г) передвижные;
- д) нет правильных ответов.

11. Какие классификационные характеристики выделяют для стержневых систем по результатам кинематического анализа?

- а) огромные;
- б) многоступенчатые;
- в) статически определимые;
- г) геометрически неизменяемые;
- д) нет правильных ответов.

12. Какие понятия определяют основные классификационные характеристики инженерных сооружений?

- а) огромные;
- б) многоступенчатые;
- в) плоские;
- г) передвижные;
- д) нет правильных ответов.

13. Какие понятия определяют основные классификационные характеристики инженерных сооружений?

- а) огромные;
- б) многоступенчатые;
- в) пространственные;
- г) передвижные;
- д) нет правильных ответов.

14. Какие понятия определяют основные классификационные характеристики инженерных сооружений?

- а) огромные;
- б) многоступенчатые;
- в) стержневые;
- г) передвижные;
- д) нет правильных ответов.

15. Какие понятия определяют основные классификационные характеристики инженерных сооружений?

- а) огромные;
- б) многоступенчатые;
- в) массивные;
- г) передвижные;
- д) нет правильных ответов.

16. Какие понятия определяют основные классификационные характеристики инженерных сооружений?

- а) огромные;
- б) многоступенчатые;
- в) статически определимые;
- г) передвижные;
- д) нет правильных ответов.

17. Какие классификационные характеристики выделяют для стержневых систем по результатам кинематического анализа?

- а) огромные;
- б) многоступенчатые;
- в) статически определимые;
- г) геометрически неизменяемые;
- д) нет правильных ответов.

### **5.Примеры устных вопросов для проверки усвоения материала к экзамену**

1. Дайте определение абсолютно твердого тела и материальной точки.
2. Что такое сила? Охарактеризуйте эту физическую величину и единицу ее измерения в системе СИ.
3. Перечислите и охарактеризуйте основные аксиомы статики.

4. Что такое "эквивалентная", "равнодействующая" и "уравновешивающая" система сил?
5. Теорема о равновесии плоской системы трех непараллельных сил и ее доказательство.
6. В чем разница между активными силами (нагрузками) и реактивными силами (реакциями)? Перечислите и охарактеризуйте наиболее распространенные виды связей между несвободными телами.
7. В чем разница между распределенной и сосредоточенной нагрузкой? Что такое "интенсивность" плоской системы распределенных сил и в каких единицах она измеряется?
8. Сформулируйте принцип отвердевания и поясните его сущность.
9. Что такое "плоская система сходящихся сил"? Определение равнодействующей плоской системы сил геометрическим и графическим методом.
10. Сформулируйте условия равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.
11. Сформулируйте и докажите теорему о равнодействующей двух неравных антипараллельных сил.
12. Что такое момент силы относительно точки и в каких единицах (в системе СИ) он измеряется? Что такое момент пары сил и какие пары сил считаются эквивалентными?
13. Сформулируйте основные свойства пары сил в виде теорем.
14. Сформулируйте и докажите теорему о сложении пар сил. Сформулируйте условие равновесия плоской системы пар.
15. Сформулируйте и докажите лемму о параллельном переносе силы.
16. Сформулируйте и докажите теорему о приведении системы произвольно расположенных сил к данному центру. Что такое главным момент плоской системы произвольно расположенных сил?
17. Перечислите свойства главного вектора и главного момента системы произвольно расположенных сил.
18. Сформулируйте теорему о моменте равнодействующей системы сил (теорема Вариньона).
19. Перечислите основные задачи науки о сопротивлении материалов. Что такое прочность, жесткость, устойчивость?
20. Перечислите основные гипотезы и допущения, принимаемых в расчетах сопротивления материалов и поясните суть. Сформулируйте принцип Сен-Венана.
21. Перечислите основные виды нагрузок и деформаций, возникающих в процессе работы машин и сооружений.
22. В чем заключается метод сечений, используемый при решении задач теоретической механики и сопротивления материалов?
23. Какие силовые факторы могут возникать в поперечном сечении бруса и какие виды деформаций они вызывают? Что такое эпюра?
24. Что такое напряжение и в каких единицах оно измеряется? В чем принципиальное отличие напряжения от давления?
25. Сформулируйте гипотезу о независимости действия сил (принцип независимости действия сил) и поясните ее сущность.
26. Сформулируйте закон Гука при растяжении и сжатии и поясните его смысл. Что такое модуль продольной упругости?
27. Опишите зависимость между продольной и поперечной деформациями при растяжении и сжатии. Что такое коэффициент Пуассона?
28. Сформулируйте условие прочности материалов и конструкций при растяжении и сжатии, представьте его в виде расчетной формулы. Что такое коэффициент запаса прочности?
29. Сформулируйте условие прочности материалов и конструкций при сдвиге, представьте его в виде расчетной формулы. Что такое срез (скалывание)?

30. Сформулируйте закон Гука при сдвиге и поясните его сущность. Что такое модуль упругости сдвига (модуль упругости второго рода)?
31. Что такое статический момент площади плоской фигуры? Какими единицами системы СИ он измеряется?
32. Что такое полярный момент инерции плоской фигуры? Какими единицами системы СИ он измеряется?
33. Что такое осевой момент инерции плоской фигуры? Какими единицами системы СИ он измеряется? Что такое центральный момент инерции?
34. Какие деформации и напряжения в сечениях бруса возникают при кручении? Что такое полный угол закручивания и относительный угол закручивания сечения?
35. Сформулируйте условие прочности бруса при кручении. Приведите расчетную формулу на прочность при кручении и поясните ее сущность.
36. Какие напряжения возникают в поперечных сечениях витков цилиндрической винтовой пружины при сжатии и растягивании? В какой точке сечения витка пружины напряжения достигают максимальной величины?
37. Что такое чистый изгиб, прямой изгиб, косой изгиб? Какие напряжения возникают в поперечном сечении бруса при чистом изгибе?
38. Сформулируйте условие прочности балки (бруса) при изгибе. Приведите расчетную формулу и поясните ее сущность.
39. Что такое продольный изгиб? Приведите формулу Эйлера для определения величины критической силы при продольном изгибе и поясните ее сущность.
40. Каковы задачи статики сооружений?
41. Что такое расчетная схема сооружения?
42. Что такое рамная конструкция?
43. Как производится анализ статической определимости рамных систем?
44. Что называется аркой?
45. В чем различие распорной системы от безраспорной?
46. Виды арок и их характеристики
47. Основные элементы арки.
48. Зависимость между величиной распора и стрелой подъема арки
49. Почему аркой можно перекрывать большие пролеты, чем балкой?
50. Что называется рациональным очертанием оси арки?
51. Что называют линией влияния?
52. Чем отличается линия влияния изгибающего момента и поперечной силы от эпюр изгибающего момента и поперечной силы?
53. Что означает каждая ордината линии влияния?
54. Какая конструкция называется фермой? В чем ее преимущество перед другими конструкциями?
55. Какие основные элементы фермы?
56. Как классифицируются фермы?
57. Условие геометрической неизменяемости и статической определимости фермы.
58. Сущность способа вырезания узлов
59. Назначение подпорных стенок.
60. Что называется, активным и пассивным давлением грунта?
61. Что называется, углом естественного откоса и что такое призма обрушения?
62. Основные положения теории давления грунта на стенку (гипотезы Кулона)

#### **Темы докладов – презентаций**

1. Истрия «Технической механики». Учёные сделавшие вклад в развитие механики.
2. Плоская система произвольно расположенных сил
3. Балочные системы. Реакции опор и моментов защемления.
4. Леонардо да Винчи и теория трения
5. Шарль Кулон и законы трения

6. Простейшие движение твёрдого тела
7. Законы динамики. Принцип Д'Аламбера.
8. Сопротивления материалов. Что за наука?
9. Механические испытания и механические характеристики.
10. Опыты показывающие деформации тела.
11. Как влияет форма изделия на её прочность.
12. способы изменения механических свойств материалов
13. Методы упрочнения деталей.
14. Тенденции развития конструкций машин и механизмов.

#### *Структура реферата*

1. Титульный лист
2. Оглавление
3. Введение
4. Основная часть
5. Заключение
6. Список использованной литературы
7. Приложения

*Титульный лист.* Является первой страницей и заполняется по строго определенным правилам. Ниже представлен образец оформления титульного листа реферата.

#### **Темы рефератов**

1. Эпоха возрождения. Леонардо да Винчи
2. Коперник – Киплер – Ньютон. Преемственность наук.
3. Галилео Галилей и Исаак Ньютон. Основы динамики.
4. Российская академия наук. Труды М.В.Ломоносова и Л.Эйлера.
5. Иоганн и Данил Бернулли.
6. Вклад советских учёных в развитие механики.
7. Развитие науки о прочности и деформируемости элементов сооружений и деталей машин.
8. Пространственная система сходящихся сил.
9. Способы определения центра тяжести.
10. Коэффициент полезного действия. Для чего введено это понятие.
11. Построение эпюры для различных расчётов.
12. Закон Гука. Когда он справедлив?
13. Изгиб. Его виды и последствия.
14. Понятие устойчивости. Необходимые условия.
15. Что такое машина?
16. зубчатые передачи.
17. Оси и валы. Отличия и сходства.
18. Реечные передачи
19. Что такое ШВП? Когда применяется эта передача.