

Введение

Сопротивление материалов входит в состав учебных и научных дисциплин, объединенных общим названием «Механика деформируемого тела». В соответствии с Государственным образовательным стандартом специальности, учебным планом и объемом часов, выделяемых на изучение «Сопротивления материалов», содержание этого учебного курса включает основные результаты, относящиеся к общим закономерностям сопротивления материалов изменению формы и размеров тел под действием сил, в том числе оценку условий работоспособности и надежности деталей по критериям прочности и жесткости.

В начале изучения этой учебной дисциплины предусмотрена установочная лекция, на которой излагаются цели и задачи изучения дисциплины, ее значение в подготовке инженеров широкого профиля и специалистов гражданской авиации, методические особенности изучения учебного материала, даются рекомендации по организации самостоятельной работы и использованию учебно-методической литературы.

В ходе самостоятельного изучения учебного материала студенты должны, руководствуясь методическими рекомендациями, проработать теоретический материал по рекомендованной учебной литературе и выполнить три контрольные работы. Выполненные контрольные работы выслать в университет для проверки.

При составлении заданий использованы задачи, представленные в «Сопротивление материалов: Методические указания и контрольные задания для студентов-заочников всех специальностей технических высших учебных заведений, кроме строительных /А.В. Дарков, Б.Н. Кутуков. – 14-е изд. М.: Высш. шк., 1985. – 56 с.». Примеры решения задач выполнены доцентом Павленко П.В.

Во время сессии рабочим учебным планом предусмотрены одна лекция, практические занятия в объеме 6 часов и лабораторные работы в объеме 12 часов. В течение сессии студенты должны сдать экзамен.

Студенты, проявляющие интерес к более глубокому изучению учебного материала, могут изучать дисциплину по индивидуальному плану. В этом случае программу подготовки следует согласовать с преподавателем, ведущим курс.

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

В сопротивлении материалов рассматриваются вопросы механики деформируемого тела, которые имеют самостоятельное значение в подготовке инженеров-механиков широкого профиля, так как формируют научное мышление в вопросах обеспечения прочности и надежности по прочности деталей машин и элементов конструкций, и, кроме того, необходимы для освоения ряда последующих общетехнических и специальных дисциплин, в том числе курсов «Конструкция и прочность летательных аппаратов», «Конструкция и прочность авиадвигателей», «Детали машин» и т.д.

Практика инженерной деятельности показывает, что инженер-механик по эксплуатации летательных аппаратов и авиационных двигателей должен иметь обширные и глубокие знания в области прочности конструкций, в том числе знать основные законы сопротивления материалов и элементов конструкций деформациям и разрушению, иметь достаточную подготовку в области соответствующих экспериментальных методов. Обеспечение высокой надежности авиационной техники и безопасности полетов невозможно без учета прочностных аспектов.

Задачи и цели изучения дисциплины

В сопротивлении материалов рассматриваются общие закономерности изменения формы и размеров тел под действием сил. При этом ставятся следующие основные задачи:

изучить методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций;

изучить экспериментальные методы определения характеристик сопротивления материалов деформациям и разрушению;

сформировать научное мышление в вопросах прочности.

В результате изучения дисциплины «Сопротивление материалов» студент должен уметь:

проводить проектный и проверочный расчеты на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций при действии статических и динамических нагрузок;

планировать и проводить экспериментальные исследования по оценке сопротивления материалов деформациям и разрушению и давать обоснованные рекомендации по выбору материалов для типовых элементов конструкций;

анализировать явления и процессы, относящиеся к области прочности конструкции летательных аппаратов и авиационных двигателей.

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины

Для усвоения учебного материала, излагаемого в курсе, необходимо знание следующих дисциплин и разделов:

в курсе «Физика» разделов — физические основы механики Ньютона;

в курсе «Высшая математика» разделов - основы линейной алгебры и аналитической геометрии, математический анализ. В частности, требуются твердые знания таких тем, как векторная алгебра, элементы линейной алгебры, дифференцирование и его приложения, определенный интеграл и его приложения, дифференциальные уравнения первого и высших порядков;

в курсе «Теоретическая механика» разделов - статика, кинематика точки и твердого тела, динамика и, в частности, тем:

простейшие виды движения твердого тела, прямолинейные колебания точки, принципы механики.

2. Содержание дисциплины

2.1. Наименование тем, их содержание (основные вопросы)

Ниже приводятся учебные темы и параграфы из рекомендуемой литературы, в которых излагается соответствующий материал, а также вопросы для самопроверки.

Тема 1. Введение. Основные понятия, определения и допущения. Методы расчета на прочность по напряжениям и предельным нагрузкам.

[1, §1 - № 7]; [2, гл. 1].

Сопротивление материалов как учебная дисциплина, ее связь с другими учебными дисциплинами, задачи курса и их связь с оценкой надежности механических систем. Развитие науки о прочности и ее связь с практическими потребностями общества. Значение дисциплины в свете решения задач, стоящих перед промышленностью и гражданской авиацией.

Основные понятия и гипотезы сопротивления материалов. Идеализация свойств материала и геометрии тел. Силы и их классификация. Внутренние силовые факторы. Метод сечения.

Методика построения эпюр внутренних силовых факторов. Дифференциальные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом. Понятие о напряженном и деформированном состояниях. Выражения внутренних силовых факторов через напряжения. Методы расчета по напряжениям и предельным нагрузкам.

Вопросы для самопроверки

1. Какие деформации называются упругими; остаточными (пластическими)?
2. Что называется напряжением в точке в данном сечении?
3. Какое напряжение называют нормальным?
4. Какое напряжение называют касательным?
5. В чем сущность метода сечений?
6. Запишите дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки.
7. Как классифицируются виды нагружения?

Тема 2. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении - сжатии.

[1, §8- §19]; [2, гл. 2]; [3, гл. 1, задачи 1, 3, 16, 19, 30, 59, 88, 102].

Определение напряжений в поперечных сечениях и продольных деформаций. Закон Гука. Напряженное и деформированное состояния. Потенциальная энергия деформации.

Понятие о концентрации напряжений. Ограничения на использование формул для определения напряжений и деформаций. Испытание на растяжение. Диаграммы растяжения и их аппроксимация. Механические характеристики материалов и их сравнительный анализ для металлических, неметаллических и композитных материалов. Условия прочности и жесткости.

Вопросы для самопроверки

1. Как строится условная диаграмма растяжения?
2. Что называется пределом пропорциональности, пределом упругости, пределом текучести, временным сопротивлением (пределом прочности)?
3. Запишите закон Гука при растяжении.
4. Что называется модулем продольной упругости?
5. Что называется коэффициентом поперечной деформации (коэффициентом Пуассона)?
6. В чем заключается разница между условной и истинной диаграммами растяжения?
7. Какие материалы называются хрупкими, какие пластичными?
8. Что такое концентрация напряжений и в каких местах она возникает?
9. От каких факторов зависит коэффициент запаса прочности?
10. Как записываются условия прочности и жесткости при растяжении - сжатии?

Тема 3. Основы теории напряженного и деформированного состояний.

[1, §51-58]; [2, гл. 3]; [3, гл. 2, задачи 1, 7, 11, 28, 36].

Исследование напряженного состояния в точке в общем случае. Тензор напряжений. Главные напряжения и их определение. Шаровой тензор и девиатор напряжений. Классификация напряженных состояний. Примеры реализации различных типов напряженных состояний.

Определение напряжений на произвольных площадках. Вывод расчетных формул для определения напряжений на произвольных площадках по известным главным напряжениям.

Плоское напряженное состояние. Определение напряжений. Графоаналитическая интерпретация расчетных формул (круги Мора).

Исследование деформированного состояния в точке. Обобщенный закон Гука. Шаровой тензор и девиатор деформаций.

Вопросы для самопроверки

1. Какие имеются виды напряженного состояния материала?
2. Что такое главные напряжения?
3. В чем заключается закон парности касательных напряжений?
4. Запишите формулы для определения напряжений на наклонных площадках при плоском напряженном состоянии.

5. Запишите формулы для определения главных напряжений по известным напряжениям на наклонных площадках в случае плоского напряженного состояния.

6. Как находят деформации при плоском и объемном напряженных состояниях?

7. Что такое главные площадки и как найти их положение при плоском напряженном состоянии?

8. Как определить главные напряжения с помощью круга Мора?

9. Как построить круг Мора по известным главным напряжениям? Какие главные напряжения следует использовать для построения наибольшего круга Мора?

10. Как определить напряжения на произвольной площадке по известным главным напряжениям с помощью круга Мора?

11. Запишите соотношения, выражающие обобщенный закон Гука для изотропного тела.

Тема 4. Теория предельных состояний.

[1, §59 - 63]; [2, гл. 8]; [3, гл. 2, задачи 28, 35, 36].

Общий подход к оценке предельного состояния. Равноопасные предельные состояния. Гипотезы предельных состояний. Феноменологический подход (теория Мора). Условия прочности.

Вопросы для самопроверки

1. Что понимается под предельным состоянием материала?

2. Как находят расчетные (эквивалентные) напряжения по гипотезе максимальных касательных напряжений, гипотезе энергии формоизменения и гипотезе (теории) Мора?

3. Что понимается под эквивалентным напряжением?

Тема 5. Расчеты на прочность при чистом сдвиге.

[1, §20]; [2, гл. 4]; [3, гл. 3, задачи 2, 7, 21, 24, 27, 32].

Определение напряжений в поперечном сечении. Испытание на чистый сдвиг. Механические характеристики. Напряженное состояние при чистом сдвиге. Потенциальная энергия деформаций. Расчеты на прочность элементов конструкций и соединений, работающих на сдвиг.

Вопросы для самопроверки

1. Что называют абсолютным и относительным сдвигом?

2. Как записывается закон Гука при сдвиге?

3. Какой модуль упругости больше: E или G?

4. Как находится условная площадь смятия заклепки?

5. Запишите условия прочности заклепки по срезу и по смятию.

6. Как рассчитывают стыковые, торцевые и фланговые сварные швы.

Тема 6. Кручение.

[1, §21 - §24]; [2, гл. 6]; [3, гл. 4, задачи 1, 9, 14, 18, 35, 60, 63].

Кручение стержней круглого поперечного сечения. Определение напряжений в поперечном сечении и угла закручивания сечений. Напряженное состояние. Кручение стержней при наличии пластических деформаций. Пределный крутящийся момент. Расчеты на прочность.

Кручение стержней с некруглым поперечным сечением и тонкостенных стержней. Особенности деформации и распределения напряжений. Понятие о мембранной (пленочной) аналогии. Определение максимальных напряжений и углов закручивания в стержнях с прямоугольным поперечным сечением. Определение напряжений и углов закручивания в тонкостенных стержнях. Потенциальная энергия деформаций.

Вопросы для самопроверки

1. Какой вид нагружения называется кручением?
2. Запишите формулу для определения напряжений в произвольной точке поперечного сечения круглой формы.
3. Чему равен полярный момент инерции для круглого сечения?
4. Чему равен момент сопротивления для круглого и кольцевого сечения? Запишите условия прочности и жесткости при кручении.
5. Где возникают максимальные касательные напряжения при кручении стержней прямоугольного поперечного сечения и как их вычислить?
6. Что такое мембранная (пленочная) аналогия и как она используется?
7. Как определить напряжение в тонкостенных стержнях, поперечное сечение которых можно развернуть в прямоугольник и в случае, когда этого сделать нельзя?

Тема 7. Геометрические характеристики плоских сечений.

[1, гл. 3]; [2, гл. 5]; [3, гл. 5, задачи 1, 4, 5, 11, 20].

Определение геометрических характеристик. Центральные и главные оси. Главные центральные моменты инерции. Определение геометрических характеристик относительно параллельных осей и при повороте осей.

Вопросы для самопроверки

1. Запишите в общем виде формулы, определяющие статический момент, осевые и центробежные моменты инерции сечения.
2. По каким формулам находят координаты центра тяжести сечений?
3. Какие оси называются центральными и какие - главными?
4. Какой основной признак отличает главные моменты инерции от моментов инерции относительно произвольных осей?
5. Запишите формулы для определения моментов инерции относительно параллельных осей.
6. Запишите формулы для моментов инерции относительно главных

центральных осей для круглого и прямоугольного поперечных сечений.

Тема 8. Изгиб.

[1, §28 - §34]; [2, гл. 7]; [3, гл. 6, задачи 1, 2, 5, 16, 20, 31, 42, 44, 57, 87; гл. 7, задачи 1, 3, 5, 6, 11, 19, 40, 59; гл. 8, задачи 1, 23, 24; гл. 9, задачи 4, 6,9].

Чистый изгиб. Определение нормальных напряжений в поперечном сечении и кривизны стержня. Напряженное состояние. Уруго-пластический изгиб. Предельный изгибающий момент. Потенциальная энергия деформаций. Расчеты на прочность.

Поперечный изгиб. Определение нормальных и касательных напряжений в поперечных сечениях стержня. Напряженное состояние, проверка прочности.

Поперечный изгиб тонкостенных стержней. Определение нормальных и касательных напряжений. Центр изгиба.

Определение потенциальной энергии деформаций и прогибов при поперечном изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Примеры определения прогибов.

Вопросы для самопроверки

1. Как находят изгибающий момент и поперечные силы в каком-либо сечении балки?
2. Сформулируйте правила знаков для поперечной силы и изгибающего момента.
3. Что такое чистый изгиб и что такое поперечный изгиб?
4. Запишите формулу для определения нормальных напряжений при изгибе.
5. Что такое нейтральный слой и где он находится?
6. Запишите формулу для определения касательных напряжений при поперечном изгибе. Какой внутренний силовой фактор вызывает появление касательных напряжений?
7. Что такое центр изгиба?
8. Какой дополнительный внутренний силовой фактор возникает, если плоскость действия нагрузки не пройдет через центр изгиба?
9. Запишите приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.

Тема 9. Сложные виды нагружения.

[1, §35, §36; гл. 9]; [3, гл. 10, задачи 1, 2, 6, 7, 22, 35, 69, 93].

Общий случай нагружения стержней круглого и прямоугольного поперечных сечений.

Общий подход к оценке прочности. Расчеты на прочность стержня круглого поперечного сечения. Расчеты на прочность стержня прямоугольного сечения. Определение опасных точек. Условия прочности.

Частные случаи нагружения. Косой изгиб. Определение напряжений и прогибов. Уравнение нейтральной линии. Условия прочности. Внецентренное растяжение. Определение напряжений. Уравнение нейтральной линии. Условия прочности.

Вопросы для самопроверки

1. При каком нагружении возникает сложное сопротивление?
2. Когда возникает косой изгиб?
3. В каких точках поперечного сечения возникают наибольшие напряжения при косом изгибе?
4. Запишите уравнение нейтральной линии при косом изгибе.
5. Как находят напряжения в произвольной точке поперечного сечения при внецентренном растяжении или сжатии?
6. Какие напряжения возникают в поперечном сечении стержня при изгибе с кручением?
7. Как записывают условия прочности в произвольной точке поперечного сечения по гипотезе наибольших касательных напряжений в общем случае нагружения?

Тема 10. Методы определения перемещений в стержневой системе в общем случае нагружения.

[1, §38 - §41, §43]; [2, гл. 11].

Энергетический метод определения перемещений. Потенциальная энергия стержня в общем случае нагружения. Теорема Костилиано. Интеграл Мора.

Вопросы для самопроверки

1. Как определить перемещение произвольной точки стержневой системы в общем случае нагружения?
2. Поясните смысл всех величин, входящих в выражение для интеграла Мора.
3. Как вычислить интеграл Мора графоаналитическим способом?

Тема 11. Статически неопределимые стержневые системы.

[1, §44 - §50]; [2, гл. 11, 12]; [3, гл. 9, задачи 37, 38, 39].

Общий подход к расчету статически неопределимых стержневых систем. Метод сил. Основные определения. Степень статической неопределимости. Канонические уравнения метода сил. Методика расчета статически неопределимых систем. Определение перемещений.

Вопросы для самопроверки

1. В чем сущность метода сил при решении статически неопределимых стержневых систем?
2. Что называется «основной» и «эквивалентной» системами?
3. Запишите систему канонических уравнений метода сил для дважды

статически неопределимой системы. Поясните физический смысл каждого слагаемого и каждого уравнения.

4. Какие упрощения можно внести при решении симметричных и кососимметричных статически неопределимых систем?

Тема 12. Обеспечение прочности деталей при наличии трещин.

Напряженное состояние вблизи вершины трещины. Коэффициенты интенсивности напряжений. Силовой критерий разрушения.

[6, гл. 1, гл.2].

Вопросы для самопроверки

1. Как распределяются нормальные напряжения вблизи вершины трещины?
2. Поясните смысл коэффициента интенсивности напряжений.
3. Почему при наличии трещин непригоден метод расчета на прочность по напряжениям?
4. Что такое критический коэффициент интенсивности напряжений?
5. Запишите выражение для коэффициента интенсивности напряжений при разрушении «нормальным отрывом».
6. Запишите условие прочности для тела с трещиной.

Тема 13. Расчеты на прочность при циклических нагрузках.

[1, §75 - §80]; [2, гл. 15]; [3, гл. 14, задачи 72, 78, 85].

Основные понятия теории усталости. Закономерности сопротивления материалов усталости. Явление усталости материалов и проблемы обеспечения надежности авиационной техники. Основные понятия. Испытание на усталость материалов, элементов конструкций и агрегатов. Характеристики сопротивления материалов усталости. Диаграмма предельных амплитуд.

Определение предела ограниченной выносливости деталей. Общий подход к оценке сопротивления усталости деталей расчетным методом. Влияние концентрации напряжений, абсолютных размеров, эксплуатационных и технологических факторов на сопротивление деталей усталости. Оценка совместного влияния масштабного фактора и концентрации напряжений на основе статистической теории подобия усталостного разрушения. Расчетная оценка предела ограниченной выносливости деталей.

Расчеты на прочность при регулярных режимах нагружения в детерминированной постановке. Общий подход к оценке прочности при действии циклических нагрузок. Определение регулярного нагружения. Вывод формул для определения коэффициентов запаса по нормальным и касательным напряжениям. Вывод формул для определения коэффициента запаса при одновременном действии переменных нормальных и касательных напряжений.

Вопросы для самопроверки

1. Что называется кривой усталости?

2. Что называется пределом выносливости?
3. Что такое регулярное нагружение и как его можно задать?
4. Как учитывается влияние средних напряжений на предельную амплитуду?
5. Какие факторы влияют на сопротивление материалов действию циклических напряжений?
6. Запишите формулу для коэффициента запаса по нормальным напряжениям.
7. Запишите формулу для коэффициента запаса при одновременном действии циклических нормальных и касательных напряжений.

Тема 14. Устойчивость равновесия деформируемых систем.

[1, §81 - §84]; [2, гл. 13]; [3, гл. 12, задачи 2, 4, 11, 14, 32].

Понятие устойчивости равновесия деформируемых систем. Определение критической силы и формы равновесия стержня, сжимаемого продольной силой. (Задача Эйлера). Определение критических напряжений. Расчет на устойчивость.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается явление потери устойчивости сжатого стержня?
2. Какая сила называется критической?
3. Запишите формулу для критической силы сжатого стержня. Какие имеются ограничения на использование этой формулы?
4. Как вычисляют критические напряжения?
5. Что такое гибкость стержня?
6. Как находят критические напряжения для стержней малой и средней гибкости?
7. Запишите условия устойчивости с использованием коэффициента уменьшения допускаемых напряжений.
8. Как подбирают сечения стержня при расчете на устойчивость?

Тема 15. Динамические задачи сопротивления материалов.

[1, §91 - §92]; [2, гл. 14, §1 - §4]; [3, гл. 14, задачи 1, 2, 7, 20, 42, 54, 62, 64].

Определение и типы динамических задач. Методика расчета на прочность и жесткость с учетом сил инерции. Расчеты на прочность при ударном действии нагрузок.

Расчеты на прочность при колебаниях. Основные результаты теории колебаний механических систем с одной степенью свободы. Расчеты на прочность по напряжениям. Обеспечение прочности путем отстройки от резонанса.

Вопросы для самопроверки

1. Какие случаи нагружения относят к динамическим задачам?

2. В чем заключаются особенности расчета на прочность движущихся деталей?
3. Как записывается условие прочности при ударе?
4. Как определить динамический коэффициент при ударе?
5. Как влияет жесткость стержневой системы на максимальные напряжения при ударе?
6. В чем заключается опасность явления резонанса?
7. Как вычисляются напряжения при колебаниях?
8. Каким образом можно изменить частоту собственных колебаний стержневой системы?

2.2. Лекции и их содержание

Рабочим учебным планом после самостоятельного изучения студентами учебного материала предусматривается чтение 1 лекции.

Содержание лекции охватывает в основном материал «Введения».

Ниже приведено содержание лекции. Продолжительность лекции - два академических часа.

Лекция № 1

- В.1. Сопротивление материалов как научная и учебная дисциплина.
- В.2. Основные понятия (прочность, жесткость, устойчивость), идеализация свойств материала и геометрии тел.
- В.3. Силы, их классификация (сосредоточенные, поверхностные, объемные, внешние и внутренние, активные и реакции связей). Виды связей, реакции связей.
- В.4. Определение внутренних силовых факторов, метод сечений.
- В.5. Понятие о напряжениях и напряженном состоянии в точке (линейное, плоское и объемное напряженные состояния).
- В.6. Понятие об условиях прочности при линейном, плоском и объемном напряженных состояниях.

2.3. Практические занятия и их содержание

Рабочий учебный план предусматривает 6 часов практических занятий. Практические занятия имеют целью выработать умение решать практические задачи, закрепить и углубить теоретические знания. На практических занятиях решаются, как правило, типовые задачи, рассматривается их физический смысл, анализируется методика решения и полученные результаты. Ниже приводятся темы двухчасовых практических занятий. Темы занятий в зависимости от пожеланий студентов могут корректироваться.

Темы практических занятий

- ПЗ.1. Расчеты на прочность и жесткость статически определимых систем при растяжении - сжатии.
- ПЗ.2. Расчеты на прочность и жесткость при кручении стержней с

круглыми и прямоугольными поперечными сечениями.

ПЗ.3. Расчеты на прочность и жесткость при поперечном изгибе.

2.4. Лабораторные работы

Рабочий учебный план предусматривает выполнение лабораторных работ в объеме 12 часов.

Лабораторные занятия по курсу «Сопrotивление материалов» знакомят студентов с конкретными объектами, изучаемыми в курсе, их свойствами, с контрольной и научной аппаратурой, методикой экспериментального исследования и стандартами на испытания. Основные цели лабораторных работ:

1. Получить практические навыки в определении основных механических характеристик материалов, используемых в расчетах на прочность и жесткость при различных видах нагружения.

2. Освоить некоторые экспериментальные методы исследования деформированного состояния и регистрации нагруженности элементов конструкций.

3. Проверить справедливость принятых гипотез и расчетных методов прямым экспериментом или через подтверждение формул, полученных теоретически.

Ниже приводятся темы лабораторных работ.

Темы лабораторных работ

Л.1. Испытание на растяжение образца из малоуглеродистой стали (2 ч).

Л.2. Определение модуля упругости первого рода и коэффициента поперечной деформации материала (2 ч).

Л.3. Экспериментальные методы исследования напряженного состояния (4 ч).

Л.4. Исследование напряжений при кручении и плоском прямом изгибе. Определение модуля упругости второго рода (4 ч).

2.5. Учебно-методические материалы по дисциплине

Основная литература

1. Феодосьев В.И. Сопrotивление материалов. -М., 2004 г.
2. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопrotивление материалов. -М., 1989 (и другие издания).
3. Сборник задач по сопроотивлению материалов; под ред. В.К.Качурина. - М., 1972.

Дополнительная литература

4. Расчеты на прочность в машиностроении / Пономарев С.Д., Бидерман В.Л., Макушин В.М. и др. -М., 1956. Т. 1; 1958. Т.2; 1959. Т.3.
5. Когаев В.П. и др. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. Справочник. -М.: Машиностроение, 1985.

6. Стреляев В.С., Борисов СП. Прочность элементов авиаконструкций при хрупком разрушении. -М.: МИИ ГА, 1977.

3. Указания о порядке выполнения контрольных работ

Каждый студент - заочник выполняет три контрольные работы. Задачи, входящие в состав контрольных работ, указаны ниже.

При выполнении контрольных работ придерживайтесь следующих рекомендаций:

1. Студент обязан взять из таблицы, прилагаемой к условию задачи, данные в соответствии со своим личным номером (шифром) и первыми шестью буквами алфавита, которые следует расположить под шифром, например:

шифр	2	8	3	0	5	2
буквы	а	б	в	г	д	е

В случае номера, состоящего из семи цифр, вторая цифра шифра не учитывается.

Из каждого вертикального столбца любой таблицы, обозначенного внизу определенной буквой, надо взять только одно число, состоящее в той горизонтальной строке, номер которой совпадает с номером буквы. Например, вертикальные столбцы (табл. 3) обозначены буквами; е, г, д. В этом случае, при указанном выше личном номере (шифре) 283052, студент должен взять из столбца е строку номер два (второй тип сечения), из столбца г - строку номер ноль (швеллер 3б) и из столбца д — строку номер пять (равнобокий уголок 90х90х6).

Работы, выполненные с нарушением этих указаний, не засчитываются.

2. Не следует приступать к выполнению контрольных заданий, не изучив соответствующего раздела курса и не решив самостоятельно рекомендованных задач. Если основные положения теории усвоены слабо и студент обратил мало внимания на подробно разобранные в курсе примеры, то при выполнении контрольных работ возникнут большие затруднения. Несамостоятельно выполненное задание не дает возможности преподавателю-рецензенту вовремя заметить недостатки в работе студента-заочника. В результате студент не приобретает необходимых знаний и оказывается неподготовленным к экзамену.

3. Не рекомендуется также присылать в институт сразу несколько выполненных заданий. Это не дает возможности рецензенту своевременно указать студенту на допущенные ошибки и задерживает рецензирование.

4. В заголовке контрольной работы должны быть четко написаны: номер контрольной работы, название дисциплины, фамилия, имя и отчество студента (полностью), название факультета и специальности, учебный шифр, дата отсылки работы, точный почтовый адрес. Необходимо также указать год издания методических указаний, по которым выполнялась контрольная работа.

5. Каждую контрольную работу следует выполнить в особой тетради

или на листах, сшитых в тетрадь нормального формата, чернилами (не красными), четким почерком, с полями в 5 см для замечаний рецензента.

6. Перед решением каждой задачи надо выписать полностью ее условия с числовыми данными, составить аккуратный эскиз в масштабе и указать на нем в числах все величины, необходимые для расчета.

7. Решение должно сопровождаться краткими, последовательными, без сокращения слов объяснениями и чертежами, на которых все входящие в расчет величины должны быть показаны в числах. Надо избегать многословных пояснений и пересказа учебника; студент должен знать, что язык техники - формула и чертеж. При пользовании формулами или данными, отсутствующими в учебнике, необходимо кратко и точно указывать источник (автор, название, издание, страницу, номер формулы).

8. Необходимо указывать единицы всех величин и подчеркивать окончательные результаты.

9. Не следует вычислять большое число значащих цифр, вычисления должны соответствовать необходимой точности. Нет необходимости длину деревянного бруса в стропилах вычислять с точностью до миллиметра, но было бы ошибкой округлять до целых миллиметров диаметр вала, на который будет насажен шариковый подшипник.

10. По получении из университета контрольной работы студент должен исправить в ней все отмеченные ошибки и выполнить все сделанные ему указания. В случае требования рецензента следует в кратчайший срок послать ему выполненные на отдельных листах исправления, которые должны быть вложены в соответствующие места рецензированной работы. Отдельно от работы исправления не рассматриваются.

4. Задачи для контрольных работ

4.1. Задачи для контрольной работы № 1

Задача 1.

Стальной стержень ($E = 2 \cdot 10^5$ МПа) находится под действием продольной силы P и собственного веса ($\gamma = 78$ кН/м³). Найти напряжения в сечении вблизи заделки и перемещение сечения I-I (рис. 1.). Данные взять из табл. 1.

Задача 2.

Абсолютно жесткий брус опирается на шарнирно-неподвижную опору и прикреплен к двум стержням при помощи шарниров (рис. 2.). Требуется: 1) найти усилия и напряжения в стержнях, выразив их через силу Q ; 2) найти допускаемую нагрузку $Q_{\text{доп}}$, приравняв большее из напряжений в двух стержнях допускаемому напряжению $[\sigma] = 160$ МПа; 3) найти предельную грузоподъемность системы и допускаемую нагрузку $Q_{\text{доп}}$, если предел текучести $\sigma_T = 240$ МПа и запас прочности $n = 1,5$; 4) сравнить величину $Q_{\text{доп}}$, полученную при расчете по допускаемым напряжениям (см. п.2) и допускаемым нагрузкам (см. п.3). Данные взять из табл. 1.

Указания. Для определения двух неизвестных сил в стержнях надо составить одно уравнение статики и одно уравнение деформаций.

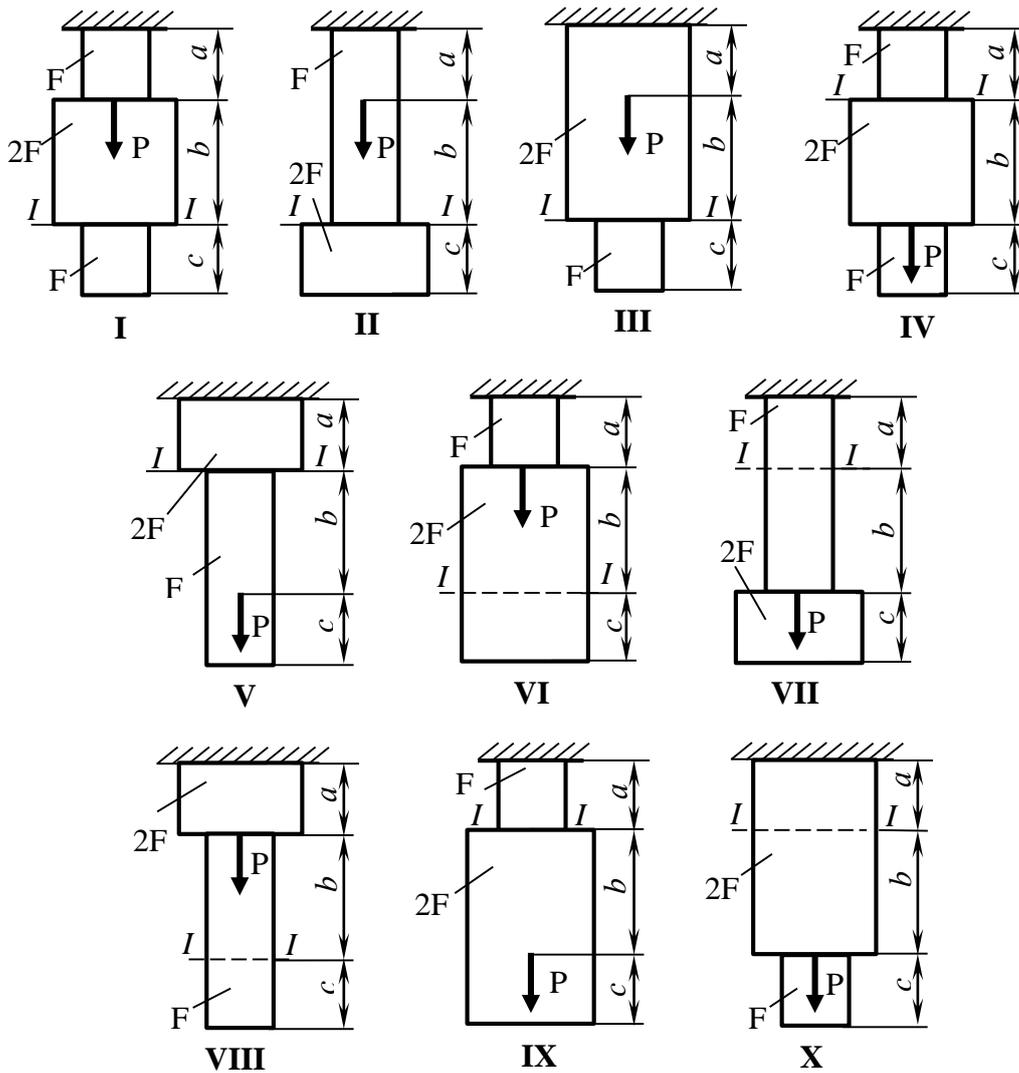


Рис. 1

Для ответа на третий вопрос задачи следует иметь в виду, что в одном из стержней напряжение больше, чем в другом. При увеличении нагрузки напряжение в первом стержне достигнет предела текучести раньше, чем во втором. Когда это произойдет, напряжение в первом стержне не будет некоторое время расти даже при увеличении нагрузки, система станет как бы статически определимой, нагруженной силой Q (пока еще неизвестной) и усилием в первом стержне:

$$N_1 = \sigma_T \cdot F_1 \quad (1)$$

При дальнейшем увеличении нагрузки напряжение и во втором стержне достигнет предела текучести:

$$N_2 = \sigma_T \cdot F_2 \quad (2)$$

Написав уравнение статики и подставив в него значения усилий (1) и (2), найдем из этого уравнения предельную грузоподъемность Q_T^K .