

~~Бюджет~~ Цена 1 руб.

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им. Н. Э. Баумана

Н. А. СУХОВА

Утверждены редсоветом МВТУ

Методические указания
для самостоятельной подготовки и контроля
по курсу «Сопротивление материалов»

Под редакцией В. Л. Данилова

Данные методические указания издаются в соответствии с учебным планом.

Рассмотрены и одобрены кафедрой К-5 28.02.86 г., методической комиссией факультета К 26.02.86 г. и учебно-методическим управлением 04.04.86 г.

Рецензент к. т. н. доц. МАДИ Жислин А. Я.

© Московское высшее техническое училище им. Н. Э. Баумана

Нина Афанасьевна Сухова

Редактор Н. Н. Филимонова Корректор Фридрих Г. С.

Заказ 166. Объем 1¹/₂ п. л. Тираж 2000 экз.
Бесплатно. Подп. к печати 05.02.87 г. План 1986 г., № 92.

Типография МВТУ. 107005, Москва, Б-5, 2-я Бауманская, 5.

Предисловие

Сопротивление материалов является одной из сложных инженерных дисциплин высших технических учебных заведений.

При ее изучении студенты должны научиться выводить основные формулы, приводимые на лекциях или в учебнике и правильно применять их при решении задач. Особое внимание необходимо обратить на физическую сущность явлений и те допущения, которые делаются в процессе вывода.

Однако часто, научившись выводить формулы, студенты не могут ответить на ряд простых вопросов, поставленных перед ними преподавателями. Это происходит потому, что они недостаточно вдумываются в содержание курса, не понимают его основных положений, а заучивают материал механически.

Настоящее пособие должно помочь студентам самим проверить свои знания и обнаружить проблемы, которые остались при изучении того или иного раздела курса. Вопросы, приведенные в пособии, акцентируют внимание на ключевых моментах, заставляют глубже продумать ряд положений, которые иногда усваиваются поверхностно.

Вопросы составлены применительно к программе курса «Сопротивление материалов» для машиностроительных специальностей МВТУ им. Н. Э. Баумана и к учебнику по сопротивлению материалов В. И. Феодосьева (изд. 7-е переработанное и более позднее), рекомендуемому этой программой в качестве основного. Предполагается, что студент, изучив раздел по лекциям или учебнику, отвечает подробно на вопросы, предложенные в данном пособии. Если какой-либо вопрос вызовет затруднения, необходимо снова обратиться к записям лекций или учебнику.

1. Сформулируйте основную задачу курса «Сопротивление материалов».
2. Какие основные положения теоретической механики используются в сопротивлении материалов? Какие операции с векторами сил, разрешенные в теоретической механике, недопустимы в сопротивлении материалов?
3. Перечислите основные гипотезы о свойствах материала и расскажите их содержание.
4. Какое тело называют стержнем (брусом)?
5. Что называют осью стержня, его поперечным сечением?
6. Какие силы в сопротивлении материалов называют сосредоточенными?
7. Сформулируйте принцип Сен-Венана.
8. В каких случаях в сопротивлении материалов распределенную нагрузку можно заменить равнодействующей сосредоточенной силой?
9. Какие силы называют внешними?
10. Какие силы называют внутренними?
11. В чем состоит метод сечений?
12. Что называют внутренними силовыми факторами в поперечном сечении стержня? Назовите все внутренние силовые факторы.
13. Что называют нормальной силой, поперечной силой, изгибающим моментом, крутящим моментом?
14. Что такое напряжение?
15. Какое напряжение называют нормальным, касательным?
16. Можно ли говорить о напряжении в точке? Если нельзя, то почему?
17. Что такое напряженное состояние в точке тела?
18. Какое перемещение называют линейным, угловым?
19. Какая деформация называется линейной, угловой?
20. В чем различие между деформацией и перемещением? Приведите пример.
21. Можно ли говорить о линейной угловой деформации в точке? Если нельзя, то почему?
22. Что такое деформированное состояние в точке тела?
23. Сформулируйте принцип суперпозиции (принцип независимости действия сил).

1. Какой вид нагружения стержня называют растяжением (сжатием)?
2. Сформулируйте гипотезу плоских сечений для растяжения (сжатия) стержня. В каких случаях при растяжении (сжатии) поперечные сечения действительно остаются плоскими, в каких случаях они искажаются?
3. Какие напряжения возникают в поперечных сечениях растянутого стержня?
4. Докажите, что в поперечных сечениях растянутого стержня переменного сечения возникают не только нормальные, но и касательные напряжения.
5. Сформулируйте закон Гука для одноосного растяжения (сжатия).
6. Что называют модулем упругости первого рода (модулем Юнга)? Чему равен модуль Юнга для стали?
7. По какой формуле вычисляют изменение длины растянутого (сжатого) стержня?
8. По какой формуле вычисляют продольные перемещения поперечных сечений стержня при растяжении (сжатии)?
9. Напишите формулу для изменения длины однородного стержня, растянутого силами, приложенными по торцам, и равномерно нагретого.
10. Что называется жесткостью стержня при растяжении (сжатии)?
11. Что называют коэффициентом поперечной деформации (коэффициентом Пуассона)?
12. В каких пределах изменяется коэффициент Пуассона для реальных материалов? Чему равен коэффициент Пуассона для стали?
13. В чем заключается принцип начальных размеров?
14. Напишите формулу для вычисления работы внешних сил, затраченной на растяжение стержня.
15. При каком условии работа внешней силы, растягивающей стержень, равна половине произведения силы на перемещение точки ее приложения?
16. В каком случае при вычислении работы внешних сил не применим принцип суперпозиции?
17. Чему равна потенциальная энергия деформации при растяжении (сжатии)?
18. Что такое упругость?

* В чем заключается гипотеза сдвига?

19. Что такое пластическое течение (текучесть)?
20. Какие деформации называют упругими?
21. Какие деформации называют пластическими?
22. Какое напряжение называют пределом пропорциональности?
23. Какое напряжение называют пределом упругости?
24. Какое напряжение называют пределом текучести?
25. Какое напряжение называют пределом прочности?
26. Назовите характеристики пластичности материала?
27. Какие материалы называют пластичными, хрупкими?
28. Перечислите наиболее характерные признаки пластичных материалов.
29. В чем сущность метода расчета на прочность по напряжениям?
30. Какое напряжение называют допускаемым?
31. Что называется коэффициентом запаса по текучести, по разрушению?
32. Какие конструкции называют статически определенными, статически неопределенными?
33. Каковы особенности статически неопределенных систем?
34. Можно ли применять принцип суперпозиции для расчета систем за пределами упругости? Объясните на примере.
35. Какие Вы знаете схематизированные диаграммы растяжения материала? От чего зависит вид схематизированной диаграммы?
36. Какую нагрузку называют предельной?
37. Что означает понятие исчерпания несущей способности, если материал конструкции — упругий идеально пластичный?
38. Опишите метод определения остаточных сил и перемещений.
39. Почему зависимости для определения внутренних сил, полученные при решении статически неопределимой задачи, различны для упругой и упругопластической областей работы системы?
40. Каким условиям должны удовлетворять остаточные внутренние силы при частичной разгрузке (при полной разгрузке)?
41. Какие методы расчета на прочность вам известны?
42. Какие напряжения возникают в наклонных сечениях растянутого (сжатого) стержня? Напишите формулы для их определения.

43. В каком сечении растянутого (сжатого) стержня возникает наибольшее нормальное напряжение?
44. В каком сечении растянутого (сжатого) стержня возникает наибольшее касательное напряжение?
45. Напишите зависимость между характеристиками упругости материала G , E и μ .
46. Как сформулируется закон Гука при сдвиге?
47. Как сформулируется закон парности касательных напряжений?
48. Докажите, что при отсутствии касательных сил на поверхности стержня в его поперечных сечениях в точках у контура касательные напряжения касательны к контуру, а во внешних углах равны нулю.
49. Как влияют на механические свойства материала температура, скорость нагружения, облучение?

Геометрические характеристики плоских фигур

1. Что называется статическим моментом площади?
2. Какие оси называют центральными?
3. Что называют осевым, центробежным и полярным моментом инерции сечения?
4. Какие оси называют главными?
5. Как изменяются осевые и центробежные моменты инерции сечения при параллельном переносе осей? (Напишите формулу).
6. Как изменяются осевые и центробежные моменты инерции сечения при повороте осей? Напишите формулу?
7. Как связаны моменты инерции сечения относительно главных осей с моментами инерции сечения относительно произвольных осей? Напишите формулу.
8. Как называются оси, относительно которых осевые моменты инерции сечения экстремальны?
9. Каким свойством обладают осевые и центробежные моменты инерции плоских фигур, имеющих больше двух осей симметрии?
10. Чему равны моменты инерции прямоугольника и треугольника относительно центробежных осей, параллельных основанию?
11. Чему равны осевые и полярные моменты инерции круга, толстостенного и тонкостенного колец?

12. Расскажите порядок определения положения главных центральных осей для плоских фигур, имеющих три и более осей симметрии, две оси симметрии, одну ось симметрии, не имеющих осей симметрии.

Изгиб стержня

- Какой вид нагружения стержня называют изгибом?
- Какой изгиб называют чистым, какой поперечным?
- Какой изгиб называют прямым (простым), какой косым (сложным)?
- Чем отличаются перемещения точек оси стержня при прямом изгибе от их перемещений при косом изгибе?
- Какие гипотезы положены в основу теории изгиба стержней? Сформулируйте их.
- Приведите примеры, когда при изгибе балки поперечные сечения остаются плоскими, когда они искривляются.
- В каких случаях при изгибе стержня продольные слои действительно не надавливают друг на друга, а в каких это только гипотеза?
- Как связаны между собой интенсивность нагрузки q , поперечная сила Q и изгибающий момент $M_{изг}$? Напишите формулу.
- Как распределены продольные деформации по поперечному сечению стержня при изгибе?
- Следствием какой гипотезы является закон распределения продольных деформаций по поперечному сечению стержня при изгибе? Сформулируйте эту гипотезу.
- При каком условии ось стержня искривляется в плоскости изгибающего момента?
- Как расположена нейтральная линия в поперечном сечении стержня при прямом изгибе?
- С помощью какого условия определяется положение нейтральной линии при изгибе?
- Что называют моментом сопротивления сечения при изгибе?
- Чему равен осевой момент сопротивления круглого сечения, толстостенного и тонкостенного колец, прямоугольного сечения? Напишите формулу.
- Что называется жесткостью стержня при изгибе?
- Сформулируйте условия прочности при изгибе для балок, выполненных из материала, имеющего одинаковые харак-

теристики при растяжении и сжатии, и материала, по разному сопротивляющегося растяжению и сжатию.

- Какие формы поперечных сечений балок рациональны, если материал одинаково сопротивляется растяжению и сжатию? Если характеристики материала при растяжении и сжатии различны?
- Напишите зависимость между изгибающим моментом, изгибной жесткостью стержня и радиусом кривизны его оси?
- Докажите, что при чистом изгибе ось стержня искривляется по дуге окружности.
- Как связаны между собой функции прогибов оси изогнутого стержня и изгибающего момента при прямом изгибе? Напишите формулу.
- С помощью каких приемов можно выравнивать постоянные интегрирования по участкам в управлении упругой линией балки?
- На чем основан расчет стержня при косом изгибе?
- Как определяются напряжения при косом изгибе? Сформулируйте основное положение, на котором основан вывод формулы и напишите формулу.
- Формула для определения напряжений при косом изгибе имеет вид

$$\sigma = \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x.$$

Через какую точку поперечного сечения стержня и в каком направлении проходят оси x и y ?

- Как определяют прогибы при косом изгибе? Сформулируйте правило.
- На каком допущении основан расчет стержня большой изгибной жесткости при внецентренном растяжении (сжатии)?
- В чем принципиальное отличие метода расчета стержня большой изгибной жесткости от метода расчета стержня малой изгибной жесткости при внецентренном растяжении (сжатии)?

Кручение стержня

1. При растяжении и изгибе стержня закон распределения продольных деформаций и нормальных напряжений по поперечному сечению не зависит от формы сечения. А как обстоит дело при кручении?
2. Каковы особенности деформированного состояния стержня круглого поперечного сечения при кручении, используемые при выводе формул для определения напряжений и угла закручивания?
3. Каковы пределы применения формулы $\tau = (M_x / I_p) \rho$ для определения напряжений в стержне круглого поперечного сечения?
4. По каким формулам определяются углы закручивания стержня круглого поперечного и произвольного поперечного сечения?
5. Какие напряжения возникают в продольных сечениях стержня круглого поперечного сечения при кручении? Как они распределены по сечению на участке с постоянным внутренним моментом?
6. В каких сечениях скрученного стержня круглого поперечного сечения возникают только нормальные напряжения? Как они связаны с касательными напряжениями в поперечных сечениях?
7. Как распределены деформации сдвига по сечению при упругом кручении стержня круглого (сплошного и пустотелого) поперечного сечения и как они распределены при упруго-пластическом кручении?
8. Что называется жесткостью стержня при кручении?
9. Чему равен момент сопротивления кручению стержня круглого (сплошного и пустотелого), поперечного сечения?
10. Какое напряженное состояние называют чистым сдвигом?
11. Как определяется предельный момент при кручении стержня круглого поперечного сечения, если материал упругий идеально пластичный? Напишите формулу и сформулируйте основные положения вывода этой формулы.
12. На каких гипотезах основан расчет на кручение стержней, имеющих поперечное сечение в форме замкнутого тонкостенного профиля?
13. Как распределены напряжения по толщине стенки и вдоль средней линии при кручении тонкостенных замкнутых профилей?
14. Чему равен момент сопротивления кручению стержней, имеющих поперечное сечение в форме тонкостенного замкнутого профиля?
15. Напишите формулу для определения напряжений, возникающих в поперечных сечениях стержней тонкостенного замкнутого профиля при кручении.
16. Чему равен геометрический фактор жесткости при кручении стержней, поперечное сечение которых — тонкостенные замкнутые профили?
17. Что такое свободное кручение, стесненное?
18. Что в задаче о равновесии мембраны, нагруженной давлением, является аналогом касательного напряжения, аналогом крутящего момента?
19. Нарисуйте эпюру касательных напряжений по сечению, возникающих в стержне прямоугольного сечения при кручении.
20. Чему равен момент сопротивления кручению стержня прямоугольного сечения?
21. Чему равен геометрический фактор жесткости при кручении стержня прямоугольного сечения?
22. Как направлены касательные напряжения в точках у контура в поперечных сечениях стержня при кручении?
23. При какой нагрузке на стержень в точках контура в его поперечных сечениях касательные напряжения направлены не по касательной к линии контура?
24. Сформулируйте допущения, используемые при расчете на кручение стержней, поперечное сечение которых — тонкостенный открытый профиль.
25. Как распределены напряжения по толщине стенки и вдоль средней линии при кручении стержней, поперечное сечение которых — тонкостенный открытый профиль?
26. Чему равен момент сопротивления кручению стержней, поперечное сечение которых имеет форму тонкостенного открытого профиля?
27. Чему равен геометрический фактор жесткости при кручении стержней, поперечное сечение которых имеет форму тонкостенного открытого профиля?
28. В каких точках поперечного сечения возникают наибольшие касательные напряжения при кручении стержня

- круглого поперечного и прямоугольного сечения, тонкостенных открытых и тонкостенных закрытых профилей?
29. В чем различия между пределами применения формул для определения напряжений при кручении тонкостенных закрытых и открытых профилей?
 30. Чему равен предельный момент для тонкостенных замкнутых профилей, если материал бруса — упругий идеально пластичный?
 31. Что является аналогом предельного крутящего момента в песчаной аналогии?
 32. Как определить предельный момент при кручении стержня прямоугольного сечения, если материал упругий идеально пластичный?
 33. Как определить предельный момент при кручении тонкостенных открытых профилей, если материал стержня упругий идеально пластичный?

Общий случай нагружения стержня.

Энергетические теоремы

1. Как определяются напряжения в поперечных сечениях стержня в общем случае нагружения?
2. Как определяются перемещения в общем случае нагружения стержня?
3. При каком условии при вычислении потенциальной энергии деформации стержня можно применять принцип суперпозиции?
4. Как определяется потенциальная энергия деформации стержня в общем случае нагружения и почему?
5. При каком условии работа внешних сил равна сумме половин произведений сил на перемещения точек их приложения?
6. Сформулируйте принцип Лагранжа для упругих тел.
7. Какие перемещения точек деформируемого тела называются возможными?
8. Сформулируйте теорему Лагранжа.
9. Сформулируйте теорему Кастильяно.
10. Приведите примеры обобщенных сил и соответствующих им обобщенных перемещений.
11. В чем заключается правило определения перемещений с помощью интеграла Мора?
12. Что значит «перемножить» эпюры?
- 12

13. При каких условиях правило Верещагина можно применять для вычисления интеграла Мора?

Винтовые цилиндрические пружины растяжения-сжатия и кручения

1. На чем основан вывод формул для определения напряжений и перемещений в винтовых цилиндрических пружинах?
2. Какой основной силовой фактор возникает в поперечных сечениях витка пружин растяжения-сжатия?
3. Какой основной силовой фактор возникает в поперечных сечениях витка пружин кручения?
4. Напишите формулу для определения напряжений в поперечных сечениях витка пружин растяжения-сжатия.
5. Напишите формулу для определения напряжений в поперечных сечениях витка пружин кручения.
6. Как определить осадку пружин растяжения-сжатия? Напишите формулу, расскажите как она выводится.
8. Что называют жесткостью пружины?
9. Что называют податливостью пружины?
10. Что называют характеристикой пружины?

Расчет статически неопределимых стержневых систем

1. Какая система называется статически неопределимой?
2. Как определить степень статической неопределимости?
3. В чем сущность метода сил?
4. Какую систему в методе сил называют основной?
5. Какую систему в методе сил называют эквивалентной?
6. В чем геометрический смысл канонических уравнений метода сил?
7. В чем особенность определения перемещений в статически неопределимых системах?
8. Перечислите способы проверки правильности решения статически неопределимых систем.
9. Как учитывается симметрия при решении статически неопределимых задач?
10. Какова особенность плоскостранственных статически определимых и статически неопределимых рам?
11. Что такое «пластический шарнир»?
12. Как определить предельную нагрузку для статически определимой стержневой системы (балки или рамы)?

13. Как определить предельную нагрузку для статически неопределимой балки или рамы?
14. С помощью какого условия определяют положение нейтральной линии при изгибе стержня в предельном состоянии (материал упругий, идеально пластичный, $\sigma_{пр} = \sigma_{сд}$)?
15. Какому условию должны подчиняться остаточные напряжения в статически определимой балке или плоской раме при полной разгрузке? Что изменится, если балка или рама статически неопределима?
16. Как вычисляются остаточные напряжения в балках и плоских рамах при разгрузке?
17. Для определения остаточных напряжений в балке после разгрузки вычисляют так называемые напряжения разгрузки. Напишите формулу для вычисления наибольшего напряжения полной разгрузки.
18. На какой гипотезе основана теория упругопластического изгиба прямого стержня? Сформулируйте эту гипотезу.

Теория напряженно-деформированного состояния

1. Что называют напряженным состоянием в точке тела?
2. Чем определяется напряженное состояние в точке тела?
3. Что значит определить напряженное состояние в точке тела?
4. Как определить напряжения в произвольной площадке (полное, нормальное, касательное)?
5. Какие площадки называют главными?
6. Какие напряжения называются главными?
7. Как определить главные напряжения в общем случае напряженного состояния?
8. Что такое инварианты тензора напряжений, каким свойством они обладают?
9. Какое напряженное состояние называется трехосным (объемным), двухосным (плоским), одноосным (линейным)?
10. Какое напряженное состояние называется трехосным растяжением, трехосным сжатием, смешанным?
11. Как определить направления главных напряжений в общем случае напряженного состояния?
12. Как ориентированы площадки, напряжения в которых равны координатам точек окружностей Мора?

13. Какое главное напряжение называют первым, какое третьим?
14. Чему равно наибольшее касательное напряжение?
15. Как расположена площадка, в которой возникает наибольшее касательное напряжение?
16. На какой окружности расположены точки, координаты которых равны напряжениям в площадках, параллельных направлению первого главного напряжения, второго напряжения, третьего?
17. Как определить главные напряжения, если одно из них известно? Напишите формулу и объясните, какие нормальные напряжения входят в эту формулу.
18. Как определить направления главных напряжений, если одно из них известно? Напишите формулу.
19. Из какого условия определяются компоненты напряжения шаровой части тензора напряжений?
20. Чему равен первый инвариант девятиатора напряжений?
21. Какие величины определяют деформированное состояние в точке тела?
22. Назовите компоненты тензора деформации.
23. Какие деформации называются главными?
24. Как определяются главные деформации?
25. Напишите формулу для объемной деформации.
26. Какова особенность деформированного состояния, определяемого шаровой составляющей тензора деформации?
27. Какое деформированное состояние элемента тела определяется девятиатором деформации?
28. Сформулируйте обобщенный закон Гука.
29. На основе каких положений получены формулы обобщенного закона Гука?
30. Проиллюстрируйте на примере развития наших знаний о связи между напряженным и деформированным состояниями одно из основных положений марксистско-ленинской теории познания: «В теории познания, как и во всех других областях науки, следует рассуждать диалектически, ... разбирать ... каким образом неполное, неточное знание становится более полным и более точным» (В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18 с. 102).
31. Как определяется удельная энергия деформации в общем случае напряженного состояния?

32. Можно ли энергию деформации в общем случае напряженного состояния определить как сумму энергий шаровой и девятигранной составляющих тензора напряжений и почему?

Критерии пластичности и разрушения

1. Перечислите известные Вам механические состояния материала.
2. Какие механические состояния материала называют предельными?
3. Какие вы знаете предельные состояния материала?
4. От чего зависит механическое состояние материала?
5. Какое напряженное состояние называется предельным?
6. В чем состоит основная задача теорий предельных состояний?
7. Какие напряженные состояния называют подобными?
8. Что называется коэффициентом запаса в общем случае напряженного состояния?
9. Какое напряжение называется эквивалентным?
10. Каковы основные этапы создания критериальных теорий начала пластичности?
11. Сформулируйте критерий начала пластичности по теории наибольших касательных напряжений.
12. Чему равно эквивалентное напряжение по теории наибольших касательных напряжений?
13. Сформулируйте критерий начала пластичности по энергетической теории.
14. Чему равно эквивалентное напряжение по энергетической теории начала пластичности?
15. Каковы результаты экспериментальной проверки теории наибольших касательных напряжений и энергетической теории начала пластичности?
16. Что такое поверхность начала пластичности?
17. Что можно сказать о виде поверхности начала пластичности для изотропного материала, имеющего одинаковые характеристики при растяжении и сжатии?
18. Какая плоскость в пространстве координат $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ называется девятигранной?
19. Что вы знаете о влиянии величины шарового тензора на начало пластичности?

20. Опишите свойства кривой, изображающей след поверхности начала пластичности на девятигранной плоскости?
21. К каким расчетным формулам приводит аппроксимация поверхности начала пластичности шестигранной призмой, круговым цилиндром?
22. Сформулируйте основные положения теории начала пластичности Мора.
23. По какой теории начала пластичности следует определять эквивалентные напряжения для материалов, имеющих различные характеристики при растяжении и сжатии?
24. Чему равно эквивалентное напряжение по теории начала пластичности Мора?
25. По какой теории и в каком случае эквивалентное напряжение определяется по формуле $\sigma_{экв} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$, по формуле $\sigma_{экв} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$?
26. Каковы основные проблемы, возникающие при разработке теорий начала разрушения, которых нет в теориях начала пластичности?
27. Сформулируйте основные положения теории начала разрушения Мора.
28. Чему равно эквивалентное напряжение по теории начала разрушения Мора?
29. Каковы основные положения теории Гриффитса?
30. Что такое критический коэффициент интенсивности напряжений?
31. При каком условии по Гриффитсу происходит рост трещины?

Изгиб осесимметрично нагруженных круглых пластин

1. Какое тело называется пластиной?
2. Назовите гипотезы теории изгиба пластин.
3. Что такое изгибная жесткость пластины?
4. Как определяются напряжения через деформации при плоском напряженном состоянии? Напишите формулу.
5. Напишите зависимость между окружной деформацией и углом поворота нормали при осесимметричном изгибе пластин.
7. Какая плоскость в пластине называется срединной?
8. Напишите интегральные зависимости между моментами M_r и M_θ и напряжениями σ_r и σ_θ .

9. Напишите зависимость между моментами M_r и M_t и углом θ поворота нормали.
10. Напишите формулу для определения напряжений σ_r и σ_t , если моменты M_r и M_t известны.
11. По какому закону распределены напряжения σ_r и σ_t по толщине пластины?
12. Каковы условия сопряжения участков, которые должны выполняться при расчете пластины?
13. Назовите граничные условия в центре сплошной пластины; на шарнирно опертом ненагруженном крае; на свободном крае, нагруженном внешним моментом; на защемленном крае.

Безмоментная теория расчета осесимметрично нагруженных оболочек вращения

1. На каком допущении основана безмоментная теория расчета оболочек?
2. Как распределены напряжения по толщине оболочки в безмоментном состоянии?
3. Как определить радиусы кривизны ρ_m и ρ_t для сферической, цилиндрической и конической оболочки?
4. Из каких уравнений определяются напряжения σ_m и σ_t в оболочке в безмоментном напряженном состоянии?
5. Почему трубы, нагруженные внутренним давлением, разрушаются вдоль образующих, а не поперек?
6. В какой цилиндрической трубе при одинаковой толщине стенки и одинаковом внутреннем давлении напряжения больше — в трубе с большим диаметром, или в трубе с меньшим диаметром?
7. По каким формулам определяют напряжения в «безмоментных» осесимметрично нагруженных оболочках вращения при упругоэластических деформациях?
8. Как определить изменение радиуса параллельного круга оболочки вращения в безмоментном состоянии?
9. Чему равна проекция равнодействующей давления, равномерно распределенного по некоторой поверхности, на заданное направление?
10. Чему равна проекция на вертикаль равнодействующей сил давления жидкости на некоторую поверхность?

Осесимметричный изгиб цилиндрической оболочки

1. Какие гипотезы положены в основу теории расчета оболочек?
2. Что называется изгибной жесткостью оболочки?
3. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечном и продольном сечениях цилиндрической оболочки при осесимметричном изгибе?
4. Как связаны напряжения σ_m и σ_t с силами T_m и T_t и моментами M_m и M_t при изгибе оболочки?
5. Каков порядок расчета напряжений при осесимметричном изгибе цилиндрической оболочки?
6. Назовите граничные условия на жестко защемленном и на шарнирно опертом краях оболочки.
7. Какие оболочки называются длинными?
8. Что такое краевой эффект?
9. Напишите уравнение для радиального перемещения при осесимметричном изгибе длинной цилиндрической оболочки.

Расчет толстостенных цилиндров, нагруженных давлением

1. В чем отличие метода решения задачи о толстостенном цилиндре, нагруженном давлением, от метода решения основных задач сопротивления материалов?
2. Напишите формулу, связывающую радиальное перемещение с деформацией.
3. Покажите напряженное состояние в точках цилиндра, нагруженного давлением.
4. Каковы граничные условия для напряжений в цилиндре, нагруженном внешним и внутренним давлениями?
5. Какое напряженное состояние возникает в плите с отверстием, по поверхности которого действует равномерное давление?
6. Напишите формулы для определения напряжений в толстостенном цилиндре, нагруженном внешним и внутренним давлениями.
7. Напишите уравнение перемещений для расчета составных труб.
8. Каковы пути повышения несущей способности толстостенных цилиндров, нагруженных внутренним давлением?

9. Как влияет предварительное пластическое деформирование (автофретирование) на несущую способность толстостенных цилиндров, нагруженных давлением.
10. Чему равен теоретический коэффициент концентрации напряжений в плите с отверстием, равномерно растянутой по нагруженному контуру?

Устойчивость равновесия продольно сжатых стержней

1. Что такое устойчивость равновесия? Какая система называется устойчивой?
2. Какую расчетную схему и метод применяют в сопротивлении материалов для анализа устойчивости равновесия продольно сжатых стержней?
3. Какой принцип, используемый для решения большинства задач сопротивления материалов, не применим при решении задач устойчивости равновесия?
4. Какая сила называется критической?
5. Какие вопросы остаются невыясненными, если для анализа устойчивости используются линеаризованные уравнения?
6. Напишите формулу Эйлера для определения критической силы.
7. От чего зависит величина коэффициента приведения длины?
8. Какова зависимость между коэффициентом приведения длины для стержня постоянного поперечного сечения, сжатого сосредоточенной силой, приложенной к торцу, и количеством полуволн упругой линии?
9. При каком условии применима формула Эйлера для определения критической силы?
10. Что такое гибкость стержня?
11. Что называют радиусом инерции сечения?
12. Напишите формулу для определения критической силы за пределами упругости.
13. Как определяется допускаемое напряжение для продольно сжатых стержней в инженерной практике?
14. Напишите зависимость между работой сжимающих сил и потенциальной энергией деформации изгиба при потере устойчивости равновесия?

15. Напишите зависимость между работой сжимающих сил и уравнением упругой линии при потере устойчивости равновесия?
16. Какие вы знаете способы подбора формы оси стержня при потере устойчивости для определения критической силы энергетическим методом?

Расчет на прочность при переменных во времени напряжениях

1. В чем особенность разрушения деталей при переменных во времени напряжениях по сравнению с разрушением при статическом нагружении?
2. Каково происхождение термина «усталостная прочность»?
3. Что понимается под «усталостью» в настоящее время?
4. Что такое выносливость?
5. Опишите кратко физическую природу усталостного разрушения?
6. Какие параметры характеризуют цикл напряжений?
7. Что называется коэффициентом асимметрии цикла?
8. Какое напряжение называют пределом выносливости?
9. Опишите коротко испытания, проводимые для определения предела выносливости.
10. Что больше (при прочих равных условиях) — предел выносливости, определенный с помощью испытаний на изгиб, или с помощью испытаний на растяжение-сжатие, и почему?
11. Каков порядок построения диаграммы предельных амплитуд (в координатах σ_n , σ_m) для образца?
12. Каковы основные факторы, влияющие на предел выносливости?
13. Как влияет на предел выносливости закон изменения напряжений внутри цикла?
14. Как влияет на предел выносливости качество обработки поверхности образца?
15. Как влияет на усталостную прочность концентрация напряжений и почему?
16. Что называется теоретическим коэффициентом концентрации напряжений?
17. Что называется эффективным коэффициентом концентрации напряжений?