

Основной целью дисциплины является образование базы знаний в области методов исследования, проектирования и способов повышения механической надежности и долговечности узлов и деталей технологических машин и оборудования, проведения испытания элементов машин по типовым методикам.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение общих методов инженерных расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов машин и аппаратов, находящихся под действием внешних нагрузок;
- понимание общих принципов инженерных расчетов и проектирования конструкций и ее элементов с учетом свойств материалов, из которых они изготовлены;
- изучение системного подхода к проектированию конструкций и ее элементов и нахождение оптимальных параметров элементов оборудования по заданным условиям работы;
- привитие навыков инженерных расчетов конструкций и ее элементов при простых и сложных деформациях с учетом статического, динамического и циклического нагружения.

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

- характеристики, свойства и особенности, применяемых в машинах и аппаратах конструкционных материалов;
- методы проведения расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и долговечность элементов машин и аппаратов, в том числе, и с использованием ЭВМ;
- методы рационального проектирования с целью экономии материала;
- особенности расчетов на долговечность в условиях неполной загрузки технологических машин и оборудования.

уметь:

- использовать методы проведения стандартных испытаний по определению важнейших механических характеристик конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать результаты испытаний;
- рассчитывать на прочность, жесткость и устойчивость элементов и деталей широко распространенных конструкций и оборудования;
- использовать пакеты прикладных программ для расчетов на прочность, жесткость и устойчивость.

владеть:

- навыками составления расчетных схем;
- навыками работы со справочной литературой;
- навыками оптимального решения задач на прочность, жесткость и устойчивость конструкций и ее элементов, с учетом требований экономичности.

Основные разделы (темы для самостоятельного изучения)

Модуль 1. Введение

Тема 1. Цель курса сопротивление материалов.

Тема 2. Внутренние силы. Напряжения.

Модуль 2. Центральное растяжение-сжатие

Тема 3. Усилия, напряжения, перемещения от силового воздействия

Тема 4. Статически неопределимые стержневые системы при растяжении - сжатии

Тема 5. Механические характеристики материалов

Модуль 3. Геометрические характеристики сечений

Тема 6. Основные геометрические характеристики плоских сечений

Тема 7. Главные моменты инерции

Модуль 4. Сдвиг. Кручение

Тема 8. Определение усилий и напряжений при сдвиге

Тема 9. Внутренние силовые факторы при кручении

Тема 10. Расчеты на прочность и жесткость при кручении

Модуль 5. Теории прочности

Тема 11. Теории прочности и их назначение

Модуль 6. Прямой поперечный изгиб

Тема 12. Внутренние силовые факторы

Тема 13. Определение напряжений при изгибе

Тема 14. Определение перемещений при изгибе

Тема 15. Метод сил

Тема 16. Элементы рационального проектирования простейших систем

Модуль 7. Сложное сопротивление

Тема 17. Косой изгиб

Тема 18. Внецентренное действие силы

Тема 19. Изгиб с кручением

Модуль 8. Устойчивость сжатых стержней

Тема 20. Понятие потери устойчивости для идеального стержня.

Тема 21. Проверочный и проекторочный расчеты на устойчивость.

Тема 22. Продольно-поперечный изгиб.

Модуль 9. Динамические нагрузки

Тема 23. Расчет движущихся с ускорением элементов конструкций

Тема 24. Удар

Тема 25. Расчет безмоментных оболочек вращения.

Модуль 10. Анализ напряженного и деформированного состояния в точке

Тема 26. Напряженное состояние в точке тела

Тема 27. Плоское напряженное состояние

Тема 28. Теория деформированного состояния

Модуль 11. Расчет при переменных напряжениях

Тема 29. Усталость, выносливость.

Тема 30. Расчет по несущей способности.

Задание к контрольной работе

Общие правила выполнения работ

Контрольные работы выполняются согласно общим правилам выполнения самостоятельных работ для студентов заочников.

Исходные данные для решения заданий выбираются студентом из прилагаемых к условиям задач таблиц в соответствии с личным учебным шифром (последние шесть цифр номера зачетной книжки) и шестью буквами русского алфавита, которые следует расположить над шифром, например:

буквы а б в г д е

шифр 2 1 2 2 1 9

Расположенные под буквами цифры означают номер строки. Например, а,в,г – вторая строка, б – нулевая, и.т.д. Работы, выполненные с нарушением выбора исходных данных, не рассматриваются.

1. Контрольная работа выполняется четким почерком на формате А4. **Компьютерное выполнение работы принимается только при наличии э/версии.**

2. На титульном листе контрольных работ указывается **название дисциплины, фамилия, имя, отчество студента, вариант, шифр (№ зачетной книжки).**

3. Перед решением каждой задачи выписываются исходные данные и схема. Далее последовательно излагается решение с указанием размерности величин.

4. Исходные данные заданы в виде таблицы.

5. В полученной контрольной работе студент должен исправить отмеченные ошибки. Отдельно от работы исправления не рассматриваются.

Работы, выполненные с нарушением этих правил не засчитываются.

Исходные данные

табл. 1.

№ схемы (рис.1-5)	а, м	q, кН/м	α	β	γ	$F_{1,2}$, мм ²	c = d/D	№ строки
1	0,8	5	1,2	1,0	1,6	80	0,8	1
2	1,0	6	1,4	1,2	1,8	90	0,83	2
3	1,4	7	1,6	1,4	1,0	100	0,8	3
4	1,6	8	1,8	1,6	1,2	70	0,85	4
5	0,8	9	2,0	1,8	1,4	80	0,87	5
6	1,0	10	1,8	2,0	1,6	90	0,8	6
7	1,2	11	1,6	1,2	1,8	100	0,83	7
8	1,4	12	1,4	1,4	1,6	80	0,8	8
9	1,2	13	1,2	1,6	1,4	90	0,85	9
10	1,4	14	1,0	1,8	1,2	70	0,87	0
е	в	г	б	а	в	е	д	

Величина внешней нагрузки (табл.1): $P = P_1 = \alpha \cdot q \cdot a$, $P_2 = 2 \cdot P_1$, $P_3 = 0,8 \cdot P_1$; M (кН*м,) = $M_1 = \alpha \cdot q \cdot a^2$

Задание №1. Тема: Растяжение-сжатие

Проверить стержень на прочность (рис.1) и определить его полное перемещение. Характеристики материалов на растяжение-сжатие взять из справочника по материаловедению.

Ход выполнения описать, указав ссылки на используемую информацию.

$F_2 = 0,8F_1$, $F_3 = 0,5F_1$; $[n] = 3$ - допускаемый коэффициент запаса прочности. Исходные данные табл. 1.

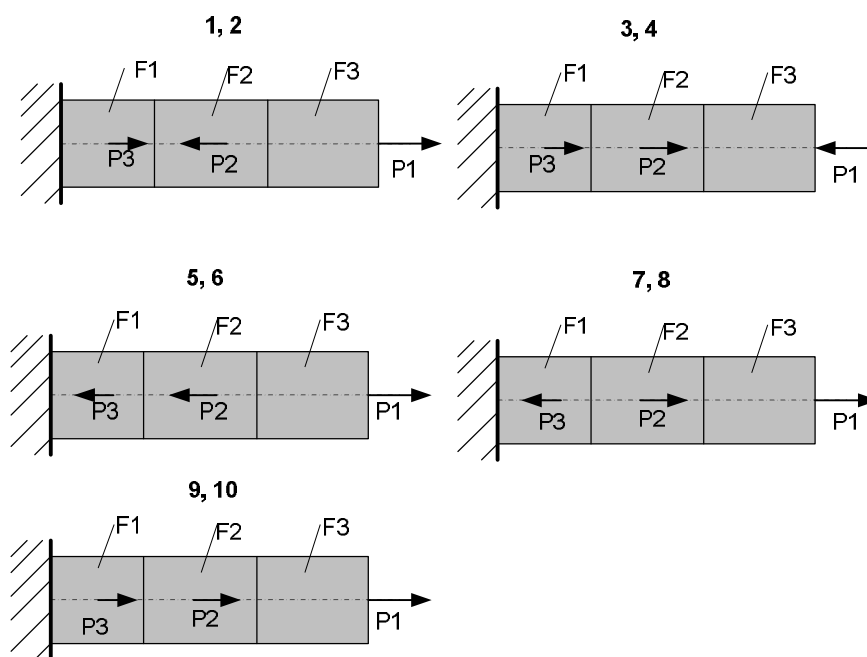


Рис.1. Расчетная схема стержня

Задание №2. Тема: Кручение

Исходные данные: $M_2 = 1,2 * M_1$; $M_3 = 0,8 * M_1$, $M_4 = 0,6 * M_1$. Материал – Ст 45. Нагружение – циклическое. Для заданной схемы вала требуется:

- построить эпюры внутренних силовых факторов;
- подобрать диаметр вала из условия прочности;
- определить углы закручивания и построить эпюры;
- определить относительные углы закручивания и проверить на жесткость.

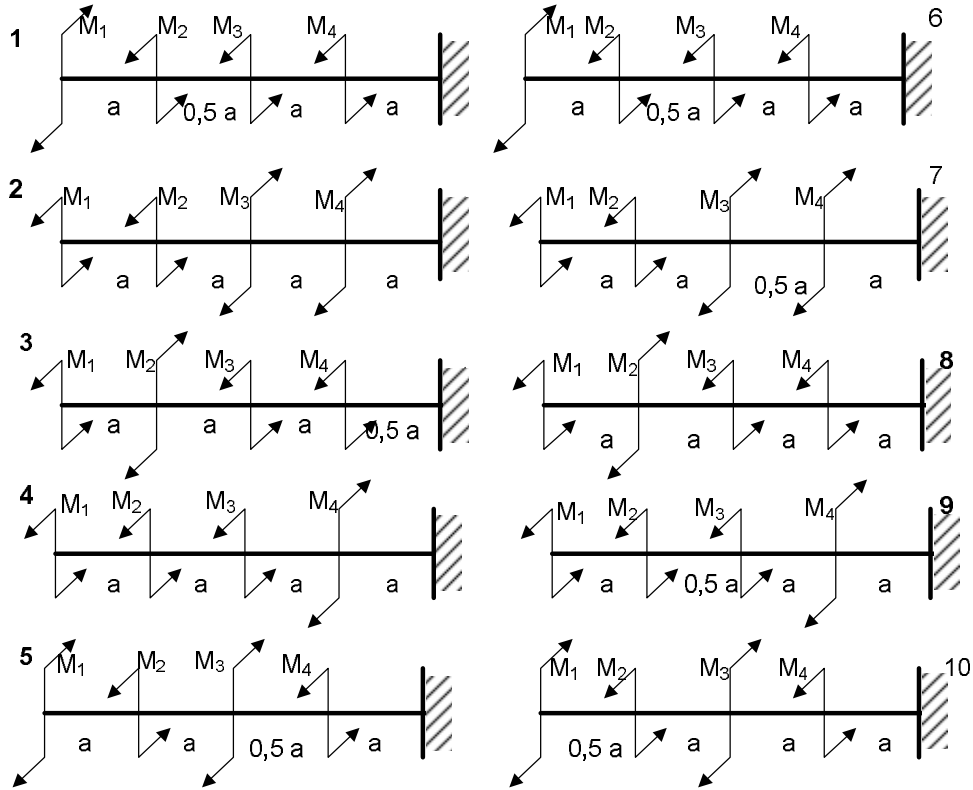


Рис.2. Расчетная схема вала

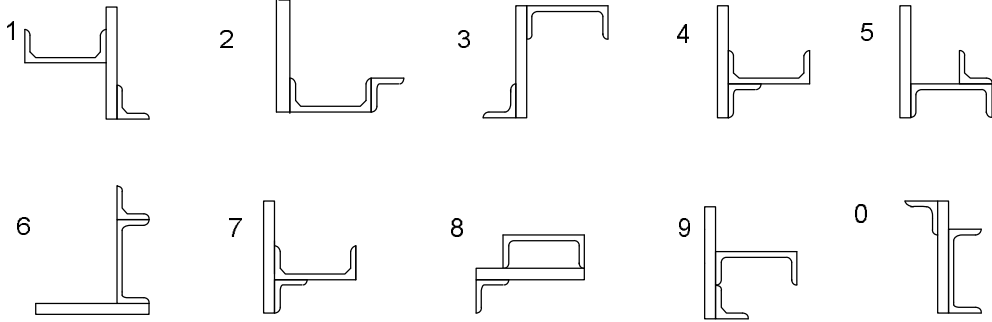
Задание №3. Тема: геометрические характеристики плоских сечений.

Исходные данные табл.2. Толщина уголка – на выбор. № ГОСТа – на выбор.

- Определить положение центра тяжести сечения (рис.3);
- вычислить моменты инерции относительно центральных осей;
- определить положение главных центральных осей;
- вычислить главные моменты инерции.

Табл.2

№ строки	№ схемы по рис.6	Лист bхh, мм	№ швеллера	№ уголка
1	1	16х300	16	16
2	2	18х310	18	16
3	3	16х320	16	18
4	4	16х330	18	18
5	5	18х340	20	16
6	6	18х350	22	16
7	7	18х300	16	14
8	8	16х310	18	14
9	9	18х300	16	16
0	10	18х320	20	16
	е	г	е	г

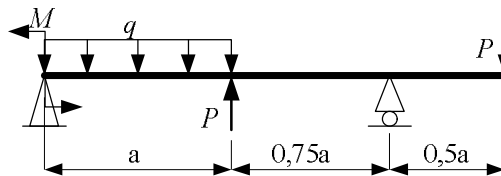


Задание №4. Тема: изгиб.

4.1 Построить эпюры внутренних силовых факторов используя метод сечений.

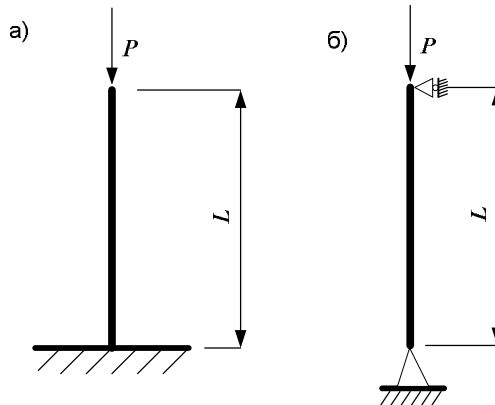
Внешняя нагрузка: сосредоточенная сила P , пара сил M , равномерно распределённая нагрузка интенсивностью q . Материал балки Ст 45.

4.2. Определить прогиб посередине балки и угол поворота в правой опоре, используя правило Верещагина (энергетические способы определения перемещений). Жесткость балки определить исходя из размеров сечения и материала. Сечение – на выбор.



Задание №5. Тема: устойчивость поперечно сжатых стержней.

Дано: Стальной стержень длиной L сжимается силой P .



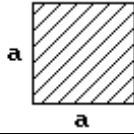


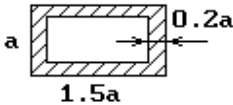
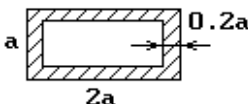
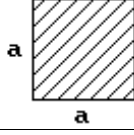

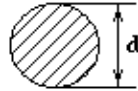
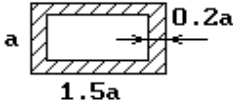
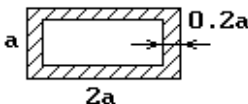
Требуется найти:

1) размеры поперечного сечения при допусаемом напряжении на сжатие $[\sigma]=160$ МПа (расчет производить последовательными приближениями, предварительно задаваясь величиной коэффициента $\varphi = 0,5$);

2) величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости.

Сделать выводы.

Данные взять из таблицы.

Номер строки	P кН	l м	Форма сечения
1	150	2,1	
2	250	2,3	
3	400	2,5	
4	650	2,7	
5	850	2,9	
6	350	2,3	
7	800	2,2	
8	600	2,5	
9	400	2,7	
0	200	2,6	
	б	е	д

**Вопросы для подготовки
к зачету по сопротивлению материалов**

1. Задачи науки о сопротивлении материалов, последовательность решения их применительно к тому или иному реальному объекту (привести пример).
2. Какие внутренние силовые факторы могут возникать в поперечном сечении бруса и как определить их величины?
3. С какой целью вводится понятие «напряжение». Определение напряжений, их виды.

4. Связь каких величин устанавливает закон Гука? Каков физический смысл модуля упругости?
5. В чем сходство и различие понятий «прочность материала» и «прочность детали»?
6. Зачем вводится понятие «допускаемое напряжение», от чего зависит его величина?
7. С какой целью проводятся механические испытания материалов (привести примеры)?
8. Назвать основные прочностные характеристики материала. Как получить их опытным путем?
9. С какой целью снимается диаграмма растяжения? Указать характерные зоны на диаграмме.
10. Показать, как изменится вид диаграммы растяжения с изменением размеров испытываемых образцов.
11. Назвать основные характеристики пластичности материала. Как получить их опытным путем?
12. Назвать упругие характеристики материала. Как получить их опытным путем?
13. Понятие абсолютного и относительного удлинения при растяжении (сжатии). Как определить их опытным путем?
14. Как опытным путем можно найти численное значение модуля Юнга?
15. Диаграмма напряжений, как и для чего ее получают? Указать характерные точки на диаграмме напряжений.
16. С какой целью и как проводят испытание материалов на сжатие?
17. Как происходит разрушение медного и чугунового образца при сжатии? Почему? Назвать прочностные характеристики для них.
18. В чем особенности испытания деревянного образца на сжатие? Объяснить характер разрушения. Назвать прочностные характеристики.
19. В чем заключается испытание материала на кручение? В каких координатах строится диаграмма кручения.
20. В чем сходство и различие понятий жесткость материала и жесткость детали.
21. В чем сходство и различие между модулями упругости первого и второго рода? Определение их опытным путем.
22. Как опытным путем можно найти численное значение модуля сдвига?
23. Связаны или нет между собой модули E , G и коэффициент μ ?
24. Как изменится длина и диаметр круглого бруса при скручивании? Почему?
25. Как и для чего устанавливается связь между скручивающим моментом и напряжением в поперечном сечении вала?
26. Как влияет собственный вес бруса на его удлинение и на его прочность?
27. Как связаны между собой напряжения в наклонных и поперечных сечениях растянутого стержня?
28. Показать, как зависит от крутящего момента величина угла закручивания вала?
29. В чем заключается расчет вала на прочность? В чем сходство и различие расчетных формул для валов круглого и прямоугольного сечения?
30. Показать, какая существует взаимосвязь между нормальным и касательным напряжением в окрестности точки при чистом сдвиге.
31. Понятие напряженного состояния точки. Закон парности касательных напряжений.
32. Как проводится расчет на прочность балки по нормальным напряжениям, как формулируется условие прочности?
33. Как определить минимальную длину сварного шва, соединяющего два листа внахлестку?
34. С какой целью проводится анализ напряженного состояния в точке? В чем заключается анализ напряженного состояния?
35. Как распределяются нормальные напряжения по поперечному сечению балки двутаврового профиля?
36. Показать, каким путем плоское напряженное состояние можно заменить эквивалентным линейным.

37. Как распределяются касательные напряжения по поперечному сечению круглого вала?
38. В чем сходство и различие понятий «прочность материала» и «прочность детали».
39. Что такое главные напряжения, как они находятся? Определение главных площадок.
40. Какой из двух моментов инерции прямоугольного сечения больше: относительно оси, совпадающей с длинной стороной, или относительно оси, совпадающей с короткой стороной? Почему?
41. Определение напряжений в наклонных площадках при плоском напряженном состоянии.
42. Теории прочности и их назначение. Записать классические теории прочности.
43. Как аналитически и графически определить значение главных напряжений при плоском напряженном состоянии.
44. Как аналитически и графически определить положение главных площадок при плоском напряженном состоянии?
45. Как распределяются касательные напряжения по поперечному сечению прямоугольного вала?
46. Какие величины связывает обобщенный закон Гука?
47. Какими данными надо располагать, чтобы подсчитать максимальную грузоподъемность растянутого стержня?
48. Как аналитически и графически определить величину экстремальных касательных напряжений?
49. Виды разрушения и условия прочности для жестких соединений.
50. Как и для чего определяется положение главных осей инерции сечения?
51. В чем заключается аналитический метод определения перемещений при изгибе?
52. Как распределяются нормальные напряжения по поперечному сечению балки?
53. Что называется балкой? Условия прочности балки по нормальным и касательным напряжениям.
54. Прямой поперечный изгиб. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов?
55. Чистый изгиб. Вывод формулы для определения нормальных напряжений при изгибе?
56. Вывод формулы Журавского для определения касательных напряжений при изгибе?
57. Расчеты на прочность при изгибе. Подбор сечения. Определение допускаемых нагрузок?
58. Пояснить на примере применения способа Верещагина для определения перемещений при изгибе.
59. Как проводится расчет стержня на устойчивость по Эйлеру?
60. В каких случаях сжатый стержень необходимо рассчитать на устойчивость? Дать понятие устойчивости.
61. Как при помощи способа Верещагина определить величину прогиба и угла поворота сечения балки?
62. Как распределяются нормальные и касательные напряжения по поперечному сечению балки прямоугольного профиля?
63. Определение перемещений в кривом стержне (показать на примере).
64. Какую силу называют критической, и как способ закрепления стержня влияет на ее величину?
65. Определение опасного сечения при изгибе с растяжением, условие прочности.
66. Определение прогиба и угла поворота сечения при помощи интеграла Мора.
67. Методика раскрытия статической неопределимости в балках и рамах.
68. Понятие кривого стержня. Построение эпюр внутренних силовых факторов в кривом стержне (показать на примере).
69. Определение нормальных напряжений при косом изгибе, условие прочности.
70. Определение напряжений в кривом стержне, условие прочности.
71. Показать какие параметры и как влияют на величину ударного коэффициента при изгибе?
72. Показать каким путем проводится расчет на прочность балки по касательным напряжениям, как формулируется условие прочности.

73. Определение напряжений при изгибе с кручением. Условие прочности.
74. В каких пределах применима формула Эйлера для нахождения критической силы?
75. Определение перемещений при изгибе по методу начальных параметров.
76. В чем заключается расчет на устойчивость, как он проводится?
77. Показать, как на эпюре перерезывающих сил проверяется правильность построения эпюры изгибающих моментов.
78. Почему при расчете валов круглого сечения на изгиб с кручением не учитывают влияние перерезывающих сил?
79. Как распределяются нормальные и касательные напряжения по поперечному сечению балки двутаврового профиля?
80. Как влияет масса конструкции на величину ударного коэффициента?
81. В каких случаях проводятся расчеты деталей на выносливость? В чем сущность таких расчетов?
82. В каких случаях и как проводится проверка прочности балки по главным напряжениям?
83. Определение напряжений при внецентренном растяжении-сжатии.
84. Показать в чем сходство и различие расчетов на выносливость при симметричном и несимметричном циклах.
85. Показать почему балки квадратного и круглого сечения не испытывают косоугольного изгиба.
86. Какие точки поперечного сечения кривого стержня оказываются наиболее напряженными? Почему?
87. Каким образом проводится расчет на прочность при ударных нагрузках?
88. С какой целью и как определяется положение нейтральной линии при косоугольном изгибе?
89. Как влияет высота падения груза на прочность балки?
90. С какой целью и как определяется предел выносливости материала?
91. Расчет на прочность при действии знакопеременной нагрузки. Цикл напряжений, параметры цикла.
92. Раскрытие статической неопределимости балки методом сил.
93. Основные понятия при определении перемещений при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
94. Объяснить преимущества и недостатки статически неопределимых балок.
95. Показать, как проводится раскрытие статической неопределимости при изгибе.
96. Методы определения перемещений при изгибе?
97. Как влияет сила инерции на прочность троса при подъеме и опускании груза?
98. Какие точки являются опасными в стержне прямоугольного сечения при изгибе с кручением? Почему?
99. Какие существуют методы расчетов на устойчивость?
100. Раскрытие статической неопределимости балки методом сравнения деформаций.
101. С какой целью и как определяется положение нейтральной линии при внецентренном растяжении-сжатии?
102. Определение положения нейтральной линии в кривом стержне прямоугольного профиля. Построение эпюры нормальных напряжений.
103. Какие существуют способы определения прогибов в балках?
104. Правило знаков для внутренних силовых факторов в кривом стержне. Особенности построения эпюр внутренних силовых факторов.

Литература

1. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов: Учеб. Пособие для техн. Вузов/ Миролубов И.Н. и др. –М.: Высш. шк., 1985.-399с.
2. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов: Учеб. Пособие для техн. Вузов/ Миролубов И.Н. и др. –М.: Высш. шк., 1985.-399с.
3. Сабанаев И.А., Алмакаева Ф.М. *Построение эпюр при плоском изгибе. Учебное пособие по сопротивлению материалов.* - Изд. КГТУ, 2009.

4. *Энергетические методы определения перемещений* и решение статически неопределимых балок методом сил. Учебное пособие по сопротивлению материалов. - Изд. КГТУ, 2009.
5. Интернет ресурсы: www.nk-site.ucoz.ru (скачать лекции по СМ)
6. Интернет ресурсы: www.nhti.ru (в ресурсах уч.материал по СМ)