

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тихоокеанский государственный университет»

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

**для студентов-заочников
всех инженерно-технических специальностей**

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2006

УДК 531:624.01

Сопротивление материалов. Методические указания и контрольные задания для студентов заочников всех инженерно-строительных специальностей / сост. Ю. М. Дойхен, А. А. Лукашевич, Л. Б. Потапова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2006. – 40 с.

Методические указания составлены на кафедре «Механика деформируемого твердого тела». Включают содержание программы дисциплины «Сопротивление материалов», методические рекомендации к изучению разделов курса, список рекомендуемой литературы, вопросы для самопроверки, указания о порядке выполнения контрольных работ и задачи контрольных работ с необходимыми исходными данными..

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСА

3. УКАЗАНИЯ О ПОРЯДКЕ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

4. ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Сопротивление материалов» относится к числу общетехнических. Цель ее состоит в том, чтобы научить будущих инженеров правильно выбирать конструктивные формы и конструкционные материалы, уметь обеспечивать высокие показатели надежности и экономичности напряженных элементов конструкций и деталей узлов.

Задача дисциплины - научить студентов выбирать расчетные схемы, проводить расчеты типовых элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, сравнивать варианты и отыскивать оптимальные решения.

Для закрепления знаний и развития навыков самостоятельной деятельности предусмотрены контрольные работы, впервые вводящие студентов в практику инженерных расчетов. Эти работы являются индивидуальными и принимаются преподавателями с защитой в специально отводимое время. Кроме того, в изучении курса сопротивления материалов предусматривается лабораторный практикум, способствующий освоению теоретического материала и получению первых практических навыков экспериментального исследования в области прочности материалов.

Глубина проработки и степень охвата вопросов в отдельных разделах курса, включенных в программу, определяется числом часов, отводимых по учебному плану. С учетом профиля будущего специалиста программа может быть изменена за счет сокращения отдельных разделов и дополнения специальных вопросов. Методические вопросы о сокращении тех или иных тем (разделов), а также изменения в последовательности изучения учебного материала предоставляется решать кафедре.

Курс «Сопротивление материалов» в существенной степени опирается на дисциплины: «Теоретическая механика»; «Высшая математика»; «Физика»; «Материаловедение».

Изложенная в данных методических указаниях программа курса «Сопротивление материалов» основана на программах, изданных ранее Учебно-методическим управлением по высшему образованию. Для разработки задач контрольных работ использованы методические указания А. В. Даркова, Б. Н. Кутукова и М. М. Каца, опубликованные издательством «Высшая школа» в 1985 и 1990 гг.

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

для студентов заочного факультета
Тихоокеанского государственного университета

1.1. Введение. Основные понятия

Цель и задачи курса «Сопротивление материалов». Прочность, жесткость и устойчивость как составные части механической надежности элементов конструкций и деталей машин.

Внешние силы и их классификация: объемные и поверхностные (распределенные и сосредоточенные), активные и реактивные, постоянные и временные, статические и динамические. Основные объекты, изучаемые в курсах сопротивления материалов, теории упругости и пластичности: брус (стержень); пластина, оболочка; массивное тело. Их геометрические признаки. Основные свойства твердого деформируемого тела: упругость, пластичность и ползучесть. Деформации и перемещения (линейные и угловые).

Понятие о расчетной схеме бруса. Расчеты по деформированному и недеформированному состоянию.

Внутренние силы в поперечном сечении бруса; метод сечений для их определения. Напряжение полное, нормальное и касательное. Главный вектор и главный момент внутренних сил в сечении. Продольная и поперечные силы, крутящий и изгибающие моменты в сечении. Связь внутренних усилий с напряжениями. Виды простых деформаций бруса: растяжение (сжатие); изгиб; сдвиг; кручение.

Гипотезы (допущения) в сопротивлении материалов. Принцип Сен-Венана. Принцип независимости действия внешних сил.

1.2. Растяжение и сжатие

Элементы конструкций, находящиеся в условиях растяжения или сжатия (брус, стержень, стержневая система, висячая конструкция).

Напряжения в поперечных сечениях стержня. Максимальные напряжения. Продольные и поперечные деформации. Закон Гука. Модуль упругости, коэффициент Пуассона. Определение осевых перемещений сечений. Жесткость поперечного сечения при растяжении и сжатии. Принцип независимости действия сил и условия его применимости. Расчет простейших статически неопределимых систем при растяжении и сжатии; особенности этого расчета.

1.3. Основные характеристики механических свойств конструкционных материалов

Общие требования к конструкционным материалам. Диаграмма растяжения малоуглеродистой стали и ее характерные параметры: предел пропорциональности; предел упругости; предел текучести; временное

сопротивление. Условная и истинная диаграммы. Разгрузка и повторное нагружение. Понятие о наклепе. Пластичное и хрупкое разрушение материала. Характеристики пластических свойств материалов. Условный предел текучести. Диаграммы растяжения и сжатия различных конструкционных материалов. Влияние температуры и скорости нагружения на механические характеристики конструкционных материалов.

Предельные состояния. Выбор предельного состояния в зависимости от свойств материала, условий работы и назначения конструкции. Расчет по допускаемым напряжениям. Коэффициенты запаса. Статистическая природа прочности твердых тел. Условия прочности для хрупких и пластичных материалов. Три рода задач при расчете на прочность: подбор размеров сечений; определение допускаемой нагрузки; проверка прочности.

1.4. Геометрические характеристики плоских сечений

Центр тяжести; статический момент; осевой, центробежный и полярный моменты инерции. Зависимости между статическими моментами и моментами инерции для параллельных осей. Изменения моментов инерции при повороте осей. Главные центральные оси инерции и их определение. Главные центральные моменты инерции сечений простого вида. Вычисление моментов инерции сложных и составных сечений. Стандартные прокатные профили.

1.5. Теория напряженного состояния

Понятие о напряженном состоянии. Составляющие напряжений и их обозначения. Правило знаков. Нормальные и касательные напряжения. Закон парности (взаимности) касательных напряжений. Главные площадки и главные напряжения. Экстремальные касательные напряжения. Виды напряженного состояния. Чистый сдвиг как частный случай плоского напряженного состояния. Закон Гука для сдвига. Модуль сдвига. Потенциальная энергия деформации. Связь между упругими постоянными для изотропного тела. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация. Удельная потенциальная энергия упругой деформации, ее составляющая - энергия изменения формы.

1.6. Основы теории прочности

Назначение гипотез предельного состояния материала. Условия эквивалентности напряженных состояний по различным гипотезам. Гипотезы прочности для хрупкого состояния материала. Гипотезы для предельного пластического состояния материала. Критерии текучести: наибольших касательных напряжений и энергии изменения формы. Обобщенный критерий Мора.

1.7. Кручение

Кручение прямого стержня круглого и кольцевого поперечного сечения. Касательные напряжения и угол закручивания. Жесткость поперечного сечения при кручении. Главные напряжения. Потенциальная энергия упругой деформации при кручении. Расчет на прочность и жесткость вала круглого и кольцевого поперечного сечения. Статически неопределимые системы при кручении и особенность их расчета.

1.8. Плоский прямой изгиб

Типы опор. Определение реакций в опорах. Классификация видов изгиба. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях балок при прямом изгибе. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами и внешней распределенной нагрузкой. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Нормальное напряжение в точке поперечного сечения бруса при чистом изгибе. Эпюра напряжений. Условия прочности для хрупких и пластичных материалов. Подбор рациональных поперечных сечений балок. Жесткость поперечного сечения балки при изгибе. Потенциальная энергия упругой деформации при изгибе. Прямой поперечный изгиб балок. Касательные напряжения при поперечном изгибе (формула Журавского). Главные напряжения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии балки и его интегрирование. Расчет на жесткость.

1.9. Сложное сопротивление

Косой изгиб. Нормальные напряжения при косом изгибе. Определение положения нулевой линии и опасных точек в поперечном сечении. Расчет на прочность. Расчет на жесткость.

Изгиб с растяжением (сжатием). Внецентренное растяжение или сжатие стержня. Пространственный случай действия внешних сил на стержень. Построение эпюр внутренних силовых факторов. Нахождение опасных сечений и опасных точек. Расчет на прочность. Расчет на жесткость.

Изгиб с кручением; растяжение или сжатие с кручением; общий случай сложного сопротивления. Применение критериев текучести или хрупкого разрушения в расчетах на прочность. Определение перемещений и расчет на жесткость.

1.10. Устойчивость сжатого стержня

Понятие об устойчивости сжатых стержней. Критическая сила. Формула Эйлера. Обобщенная формула Эйлера для различных случаев опорных закреплений стержней. Границы применения формулы Эйлера. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула Ясинского. Зависимость критических напряжений от гибкости стержня. Расчет на устойчивость по коэффициенту снижения основных допускаемых напряжений.

1.11. Энергетический метод определения перемещений (Факультатив)

Понятие о действительной и возможной работах внешних сил. Потенциальная энергия упругой деформации стержня (бруса) при произвольном нагружении. Интеграл Мора; его вычисление по способу А.Н. Верещагина. Определение перемещений произвольно нагруженных стержней. Теорема о взаимности перемещений.

Статически неопределимые системы при изгибе. Применение метода сил. Выбор рациональной основной системы. Использование симметрии и группировка неизвестных. Статическая и деформационная проверки.

3. УКАЗАНИЯ О ПОРЯДКЕ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Каждый студент-заочник выполняет то количество контрольных работ, которое предусмотрено учебным планом его специальности.

Номера задач, входящих в контрольные работы

Специальность заочного обучения	Две контрольные работы по плану		Одна контрольная работа по плану
	1	2	
строительная *	1, 2, 3, 4	5, 6, 8	1, 2, 4, 8
механическая **	1, 2, 3, 4	6, 7, 8	1, 2, 4, 8

* Строительные специальности: АД, МТ, ПГС, ГСХ, ТВ, ВВ, ЗМУ, ЗЧС.

** Механические специальности: ААХ, ДВС, СЭМ, ЭСУ, СДМ, ТМ, ОГР, ЛД, ТД, ОП, ОДД, СС, ООС

Исходные данные для каждой задачи определяются шифром (три последние цифры номера зачетной книжки) студента, которому поставлены в соответствие буквы *a*, *b* и *v*. Например, при последних цифрах номера 0 5 2: $a = 0$, $b = 5$, $v = 2$.

Исходные данные содержатся в таблицах 1-8. Из каждого вертикального столбца, обозначенного внизу буквой *a*, *b* или *v*, надо взять только одно число, стоящее в той горизонтальной строке, номер которой совпадает с номером соответствующей буквы.

Работы, выполненные не по шифру, не рецензируются и не зачитываются.

Контрольные или курсовые работы рекомендуется выполнять в отдельной тетради стандартного размера темными чернилами или пастой (рисунки, схемы, графики следует выполнять карандашом), четким почерком, с полями для замечаний.

На титульном листе указываются: номер контрольной работы; название дисциплины; название факультета и специальности; номер зачетной книжки (шифр); фамилия, имя и отчество студента; точный почтовый адрес.

Перед решением каждой задачи надо выписать полностью ее условие с числовыми данными, вычертить расчетную схему в масштабе с указанием на ней всех численных значений, необходимых для расчета.

Решение должно сопровождаться краткими, последовательными и грамотными объяснениями и чертежами, на которых все входящие в расчет величины должны быть показаны в числах. Следует избегать многословных пояснений и пересказа учебника. Студент должен знать, что язык техники – формула и чертеж. Необходимо указывать размерность всех величин и подчеркивать окончательные результаты.

Получив после рецензирования контрольную работу, студент должен исправить в ней все отмеченные ошибки в соответствии со сделанными ему указаниями. Следует вносить исправления на той же странице (если есть место) или вложить отдельные листы. На повторную рецензию представляется исправленная контрольная работа, включая первоначальный вариант с замечаниями преподавателя.

4. ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Задача 1.

Абсолютно жесткий брус опирается на шарнирно неподвижную опору и прикреплен к двум стержням с помощью шарниров (рис. 1).

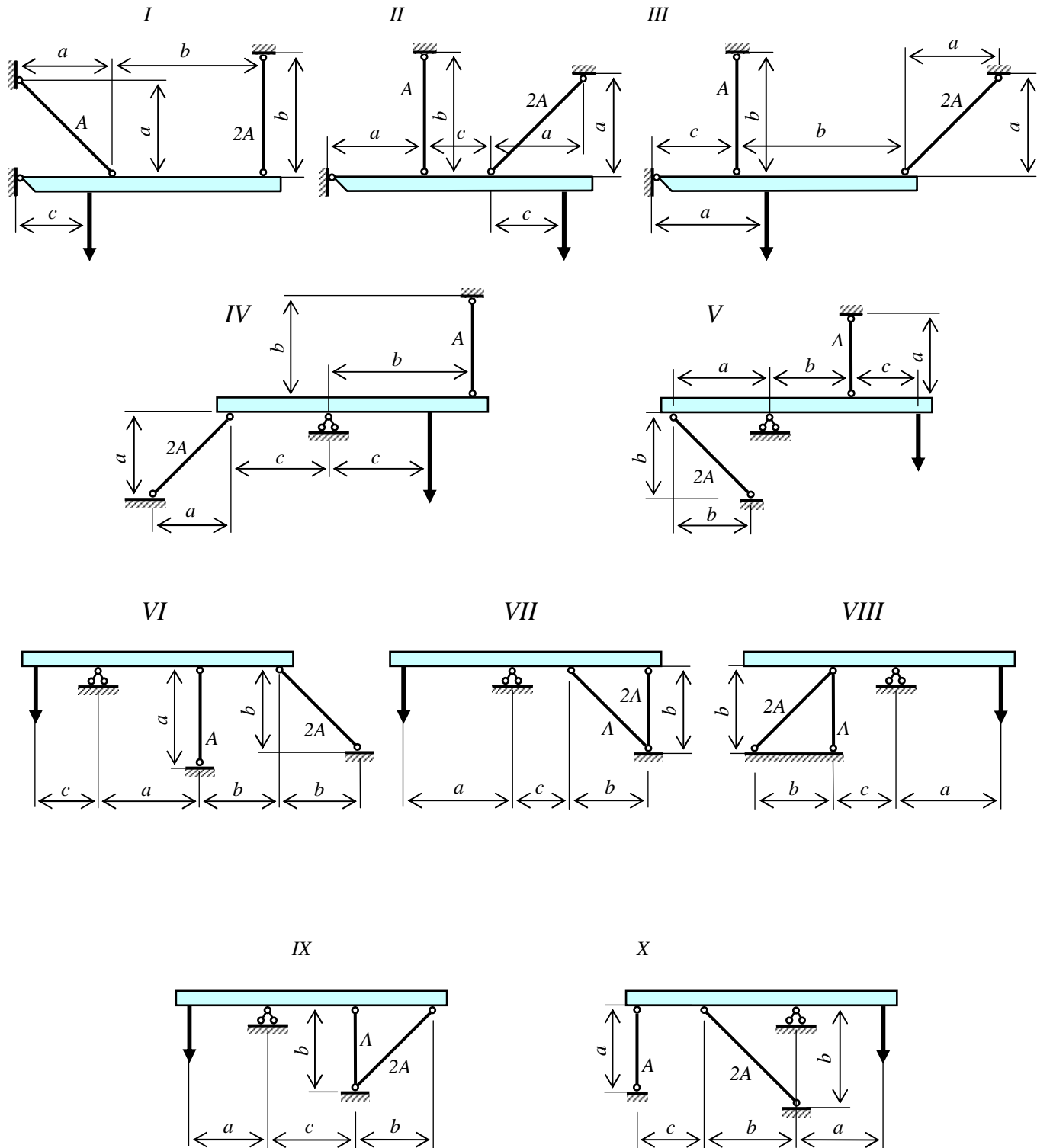


Рис.1

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 $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$;
- 3) определить перемещение точки приложения силы Q .
Данные взять из табл. 1.

Таблица 1

Номер строки	Схема по рис. 1	$A, \text{ см}^2$	Расстояние, м		
			a	b	c
1	I	11	2,1	2,1	1,1
2	II	12	2,2	2,2	1,2
3	III	13	2,3	2,3	1,3
4	IV	14	2,4	2,4	1,4
5	V	15	2,5	2,5	1,5
6	VI	16	2,6	2,6	1,6
7	VII	17	2,7	2,7	1,7
8	VIII	18	2,8	2,8	1,8
9	IX	19	2,9	2,9	1,9
0	X	20	3,0	3,0	2,0
	в	б	а	б	в

Указания. Для определения двух неизвестных усилий в стержнях следует составить одно уравнение статического равновесия и одно уравнение совместности перемещений.

Для ответа на третий вопрос задачи следует иметь в виду, что в одном из стержней напряжение, как правило, больше, чем в другом. При увеличении нагрузки напряжение в наиболее напряженном стержне достигнет предела текучести раньше, чем во втором. Затем, при дальнейшем увеличении нагрузки (напряжение в первом стержне на некотором этапе нагружения расти не будет и усилие $N_{1\text{пред}} = \sigma_T \cdot A_1$), достигается предел текучести и во втором стержне ($N_{2\text{пред}} = \sigma_T \cdot A_2$). Подставив в уравнение статики предельные значения усилий в стержнях, найдем из него предельную грузоподъемность Q_T , соответствующую второму предельному состоянию.

Задача 2.

К стальному валу приложены четыре сосредоточенных момента (рис. 2).

Требуется:

- 1) построить эпюру крутящих моментов;
- 2) при заданном значении $[\tau]$ определить диаметр вала из расчета на прочность и округлить его до ближайшей большей величины из нормального ряда чисел: 30; 35; 40; 45; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200 мм;
- 3) найти наибольший относительный угол закручивания и проверить жесткость вала при $[\theta] = 0,05 \text{ рад/м}$.
Данные взять из табл. 2.

Таблица 2

Номер строки	Схема по рис. 2	Расстояние, м			Момент, кН·м			[τ] МПа
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	M_1	M_2	M_3	
1	I	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	35
2	II	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	40
3	III	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	45
4	IV	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	50
5	V	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	55
6	VI	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	60
7	VII	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	65
8	VIII	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	70
9	IX	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	75
0	X	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	80
	в	а	б	в	а	б	в	а

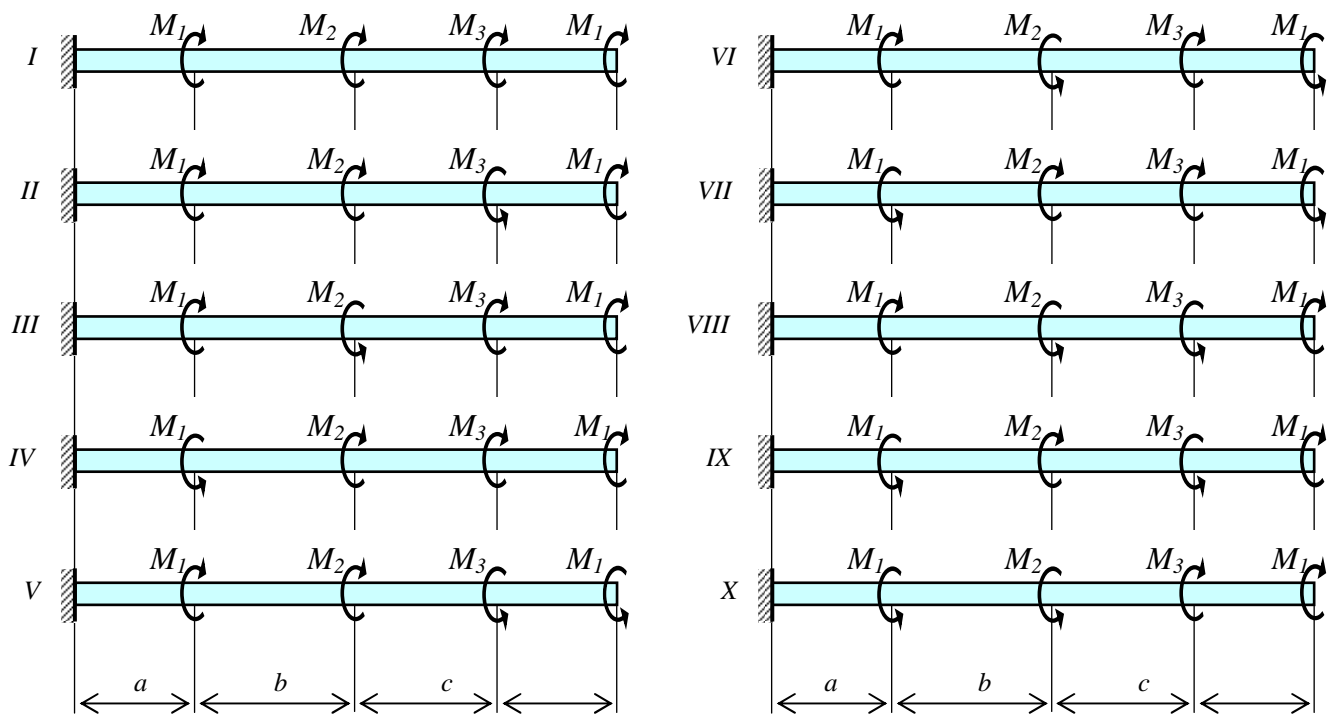


Рис. 2

Задача 3.

Для заданного поперечного сечения (рис. 3), состоящего из двух стандартных профилей (швеллера, равнобокого уголка, двутавра), требуется:

- 1) определить положение центра тяжести;
 - 2) найти осевые и центробежные моменты инерции относительно центральных осей;
 - 3) определить направление главных центральных осей (u и v);
 - 4) найти моменты инерции относительно главных центральных осей;
 - 5) вычертить сечение и указать на нем все размеры в числах и все оси.
- Данные взять из табл. 3.

Таблица 3

Номер строки	Тип сечения по рис. 3	Швеллер	Равнобокий уголок	Двутавр
1	I	14	80×80×8	12
2	II	16	80×80×6	14
3	III	18	90×90×8	16
4	IV	20	90×90×7	18
5	V	22	90×90×6	20a
6	VI	24	100×100×8	20
7	VII	27	100×100×10	22a
8	VIII	30	100×100×12	22
9	IX	33	125×125×10	24a
0	X	36	125×125×12	24
	в	а	б	в

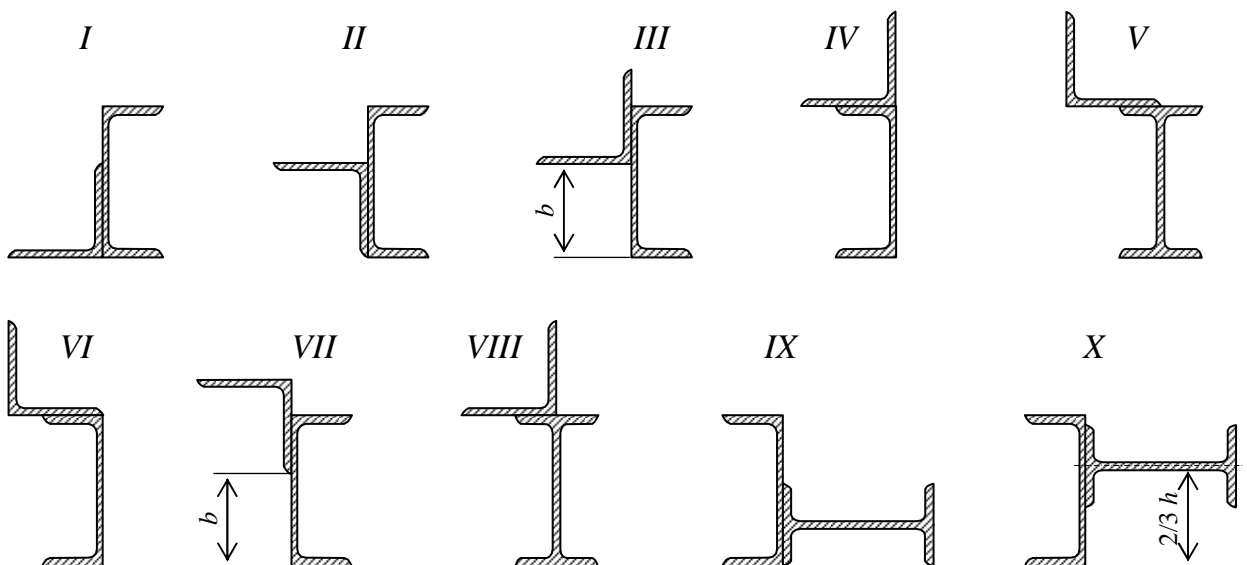


Рис. 3

Задача 4.

Для балки, изображенной на рис. 4, а, требуется:

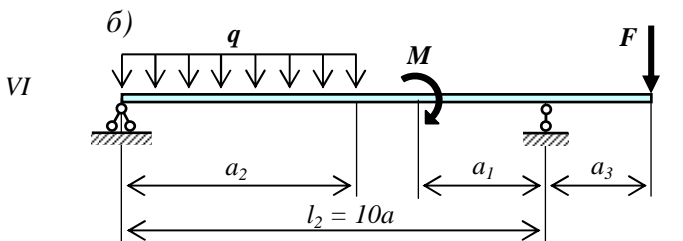
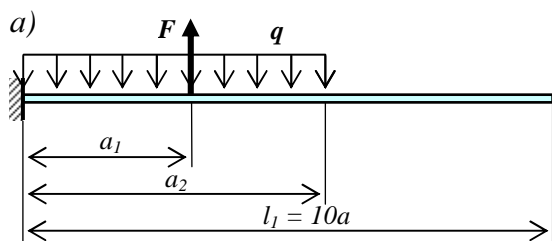
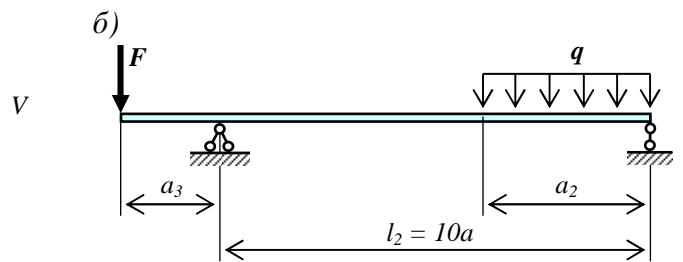
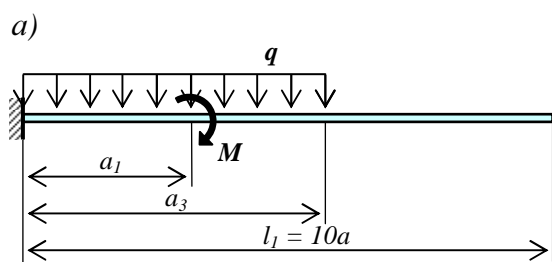
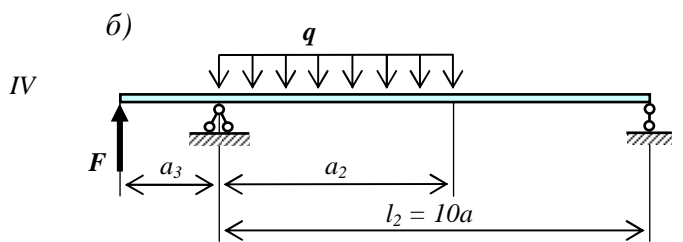
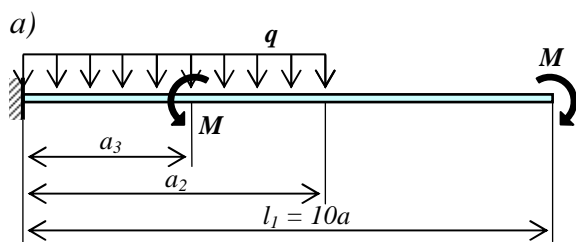
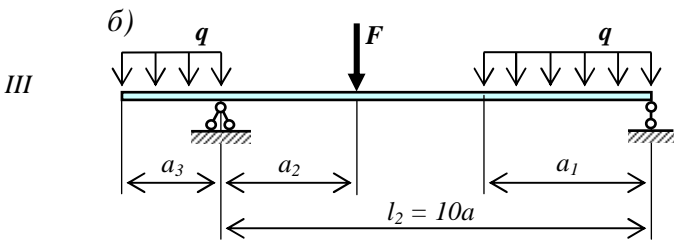
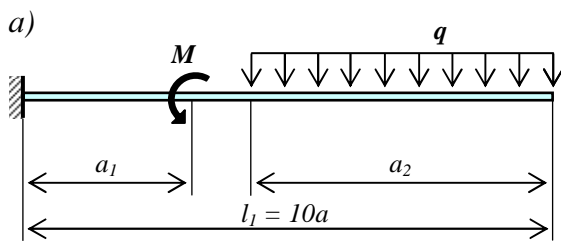
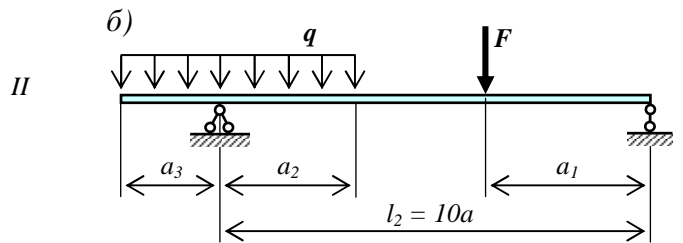
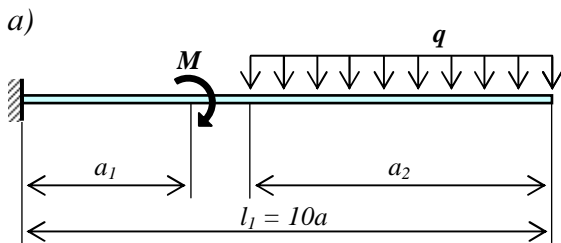
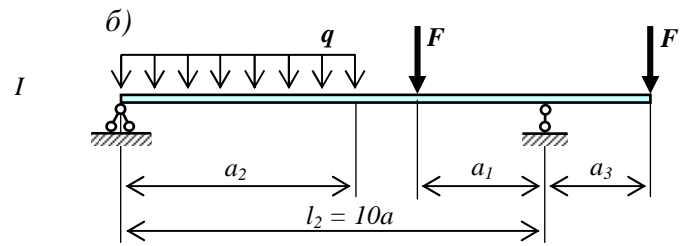
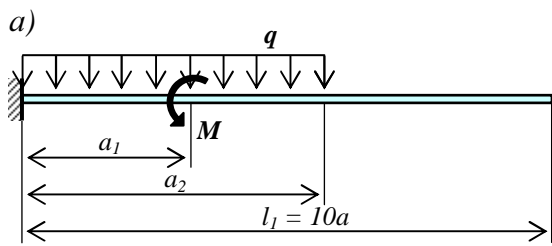
- 1) построить эпюры поперечных сил (Q_y) и изгибающих моментов (M_x), найти M_x^{\max} ;
- 2) подобрать прямоугольное ($h : b = 2$), кольцевое ($d_{\text{внутр.}} : d_{\text{внешн.}} = 0,8$) и двутавровое поперечное сечение при $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$;
- 3) выбрать наиболее рациональное сечение по расходу материала.

Для деревянной балки круглого поперечного сечения (рис. 4, б) требуется:

- 1) построить эпюры Q_y и M_x , найти M_x^{\max} ;
- 2) подобрать диаметр сечения при $[\sigma] = 8 \text{ МПа}$;
- 3) построить эпюру прогибов при $E = 1,2 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ (по 3-м ординатам на каждом участке).
Данные взять из табл. 4.

Таблица 4

Номер строки	Схема по рис. 4	l_1	l_2	Расстояние в долях пролета			M кН·м	F кН	q кН / м
		м	a_1/a	a_2/a	a_3/a				
1	I	1,1	6	1	9	1	10	10	10
2	II	1,2	7	2	8	2	20	20	20
3	III	1,3	3	3	7	3	3	3	3
4	IV	1,4	4	4	6	4	4	4	4
5	V	1,5	5	5	5	5	5	5	5
6	VI	1,6	6	6	6	1	6	6	6
7	VII	1,7	7	7	7	2	7	7	7
8	VIII	1,8	8	8	8	3	8	8	8
9	IX	1,9	9	9	9	4	9	9	9
10	X	2,0	10	10	10	5	10	10	10
	в	б	в	а	б	в	а	б	в



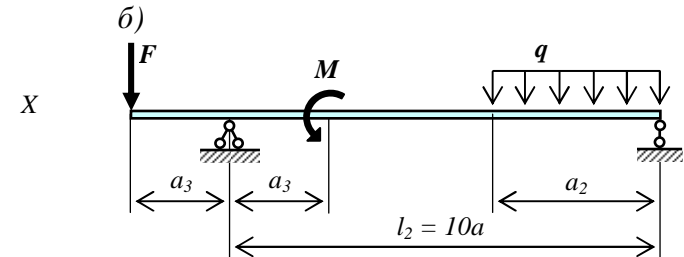
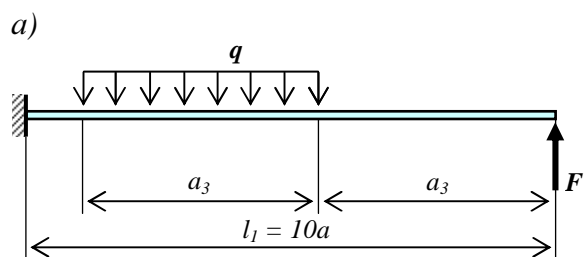
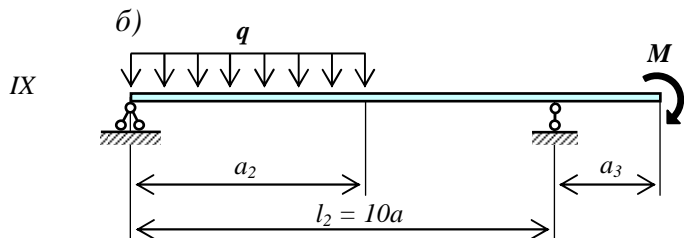
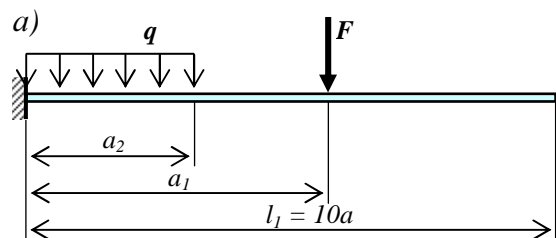
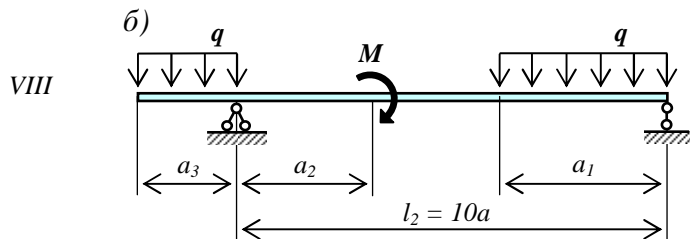
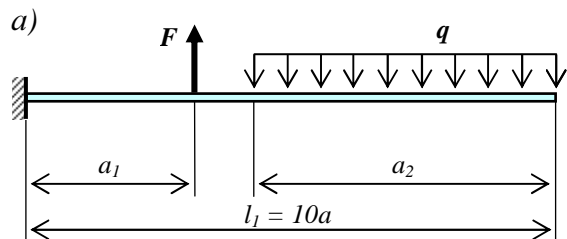
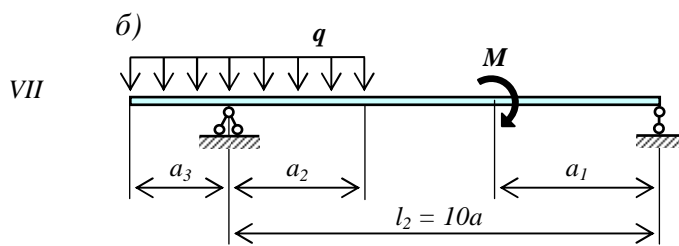
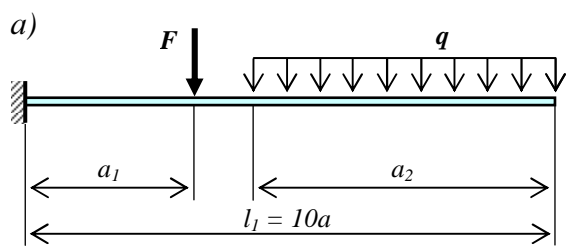


Рис. 4.

Задача 5.

Чугунный короткий стержень, поперечное сечение которого изображено на рис. 5, сжимается продольной силой F , приложенной в точке A . Требуется:

- 1) вычислить наибольшее растягивающее и наибольшее сжимающее напряжения в поперечном сечении, выразив эти напряжения через F и размеры сечения;
- 2) найти допустимую нагрузку F при заданных размерах сечения и допустимых напряжениях на сжатие $[\sigma_c]$ и на растяжение $[\sigma_p]$. Данные взять из табл. 5.

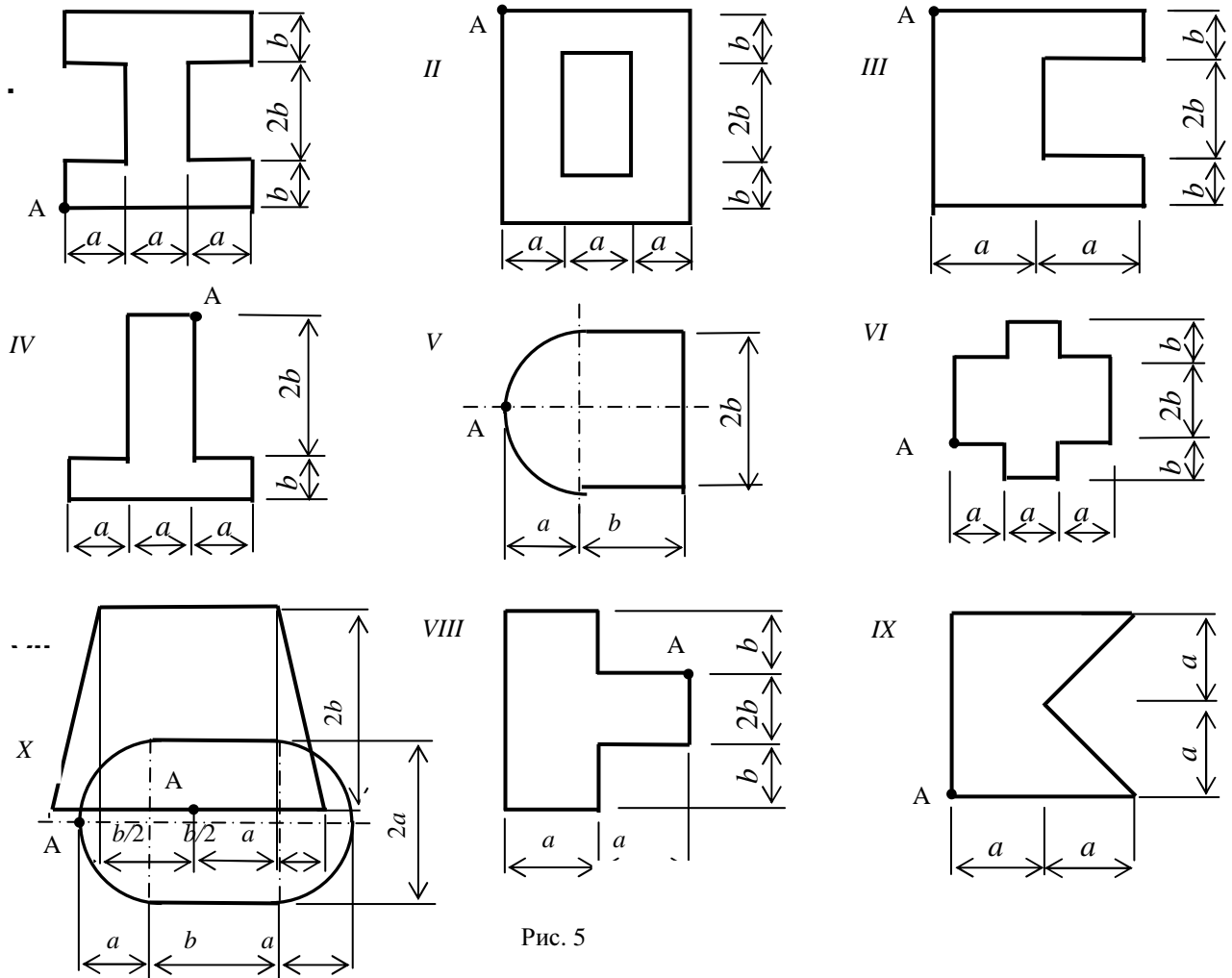


Рис. 5

Задача 6.

На рис. 6 изображена в аксонометрии ось ломаного стержня круглого поперечного сечения, расположенная в горизонтальной плоскости. Участки стержня образуют прямые углы. Требуется:

- 1) построить отдельно (в аксонометрии) эпюры продольных сил, изгибающих и крутящих моментов;
- 2) для каждого участка определить вид сопротивления и записать условие прочности (использовать IV гипотезу прочности). Данные взять из табл. 6.

Таблица 5

Номер строки	Схема по рис. 5	a	b	$[\sigma_c]$	$[\sigma_p]$		Номер строки	Схема по рис. 5	a	b	$[\sigma_c]$	$[\sigma_p]$
1	I	6	6	110	21		6	VI	6	6	60	26
2	II	2	2	120	22		7	VII	2	2	70	27
3	III	3	3	130	23		8	VIII	3	3	80	28
4	IV	4	4	140	24		9	IX	4	4	90	29
5	V	5	5	150	25		0	X	5	5	100	30
	в	а	б	а	б			в	а	б	а	б

Таблица 6

Номер строки	Схема по рис. 6	α		Номер строки	Схема по рис. 6	α
2	II	1,2		7	VII	0,7
3	III	1,3		8	VIII	0,8
4	IV	1,4		9	IX	0,9
5	V	1,5		0	X	1,0
	б	в			б	в

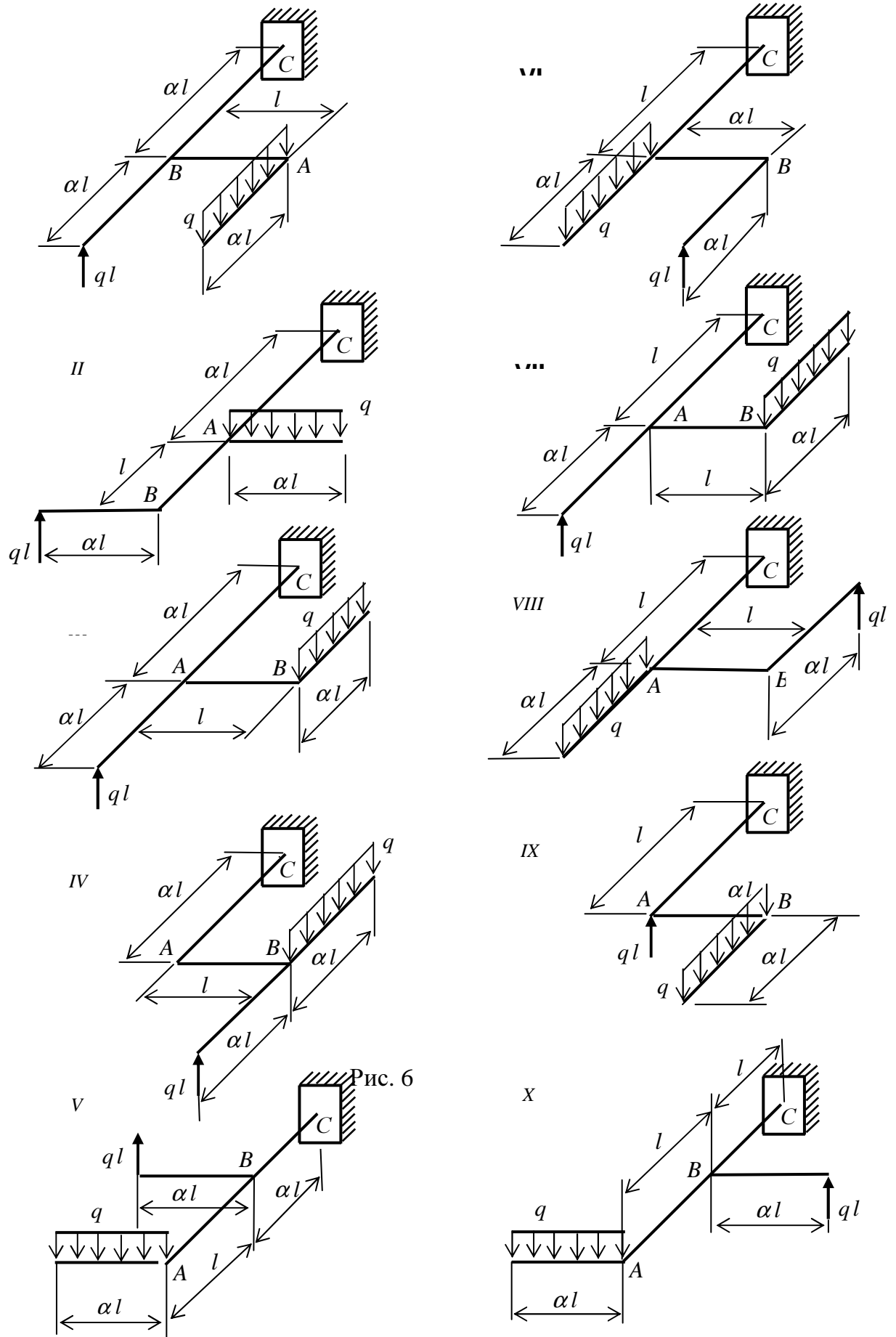
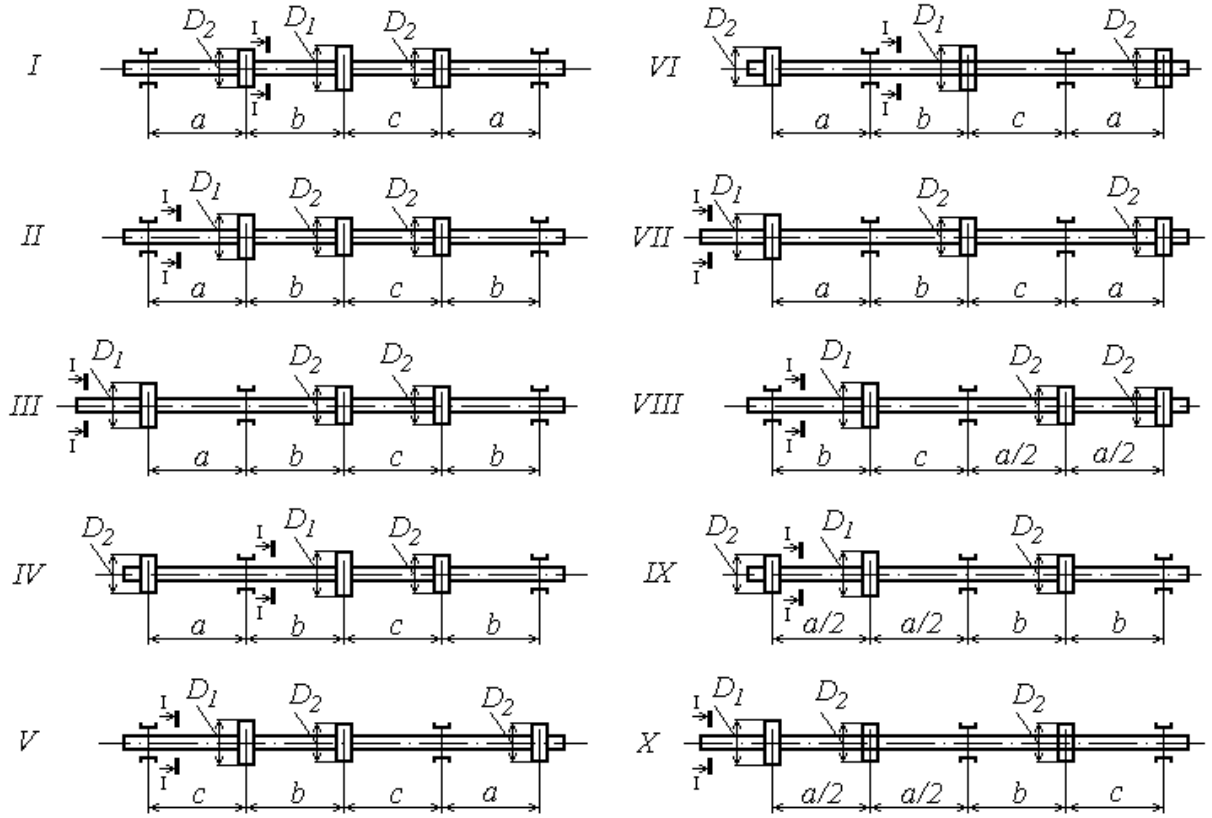


Рис. 6

Задача 7.

Шкив с диаметром D_1 и с углом наклона ветвей ремня к горизонту α_1 вращается со скоростью n оборотов в минуту и передает мощность N кВт. Два других шкива имеют одинаковый диаметр D_2 и одинаковые углы наклона ветвей ремня к горизонту α_2 и каждый из них передает мощность $N/2$ (рис. 7).



Сечение I - I

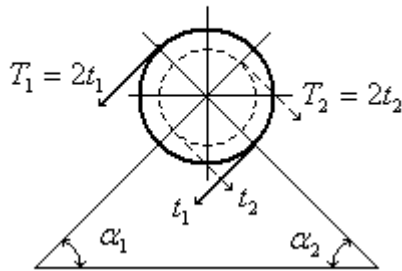


Рис. 7

Требуется:

- 1) определить моменты, приложенные к шкивам, по заданным величинам N и n ;
- 2) построить эпюру крутящих моментов $M_{кр}$;
- 3) определить окружные усилия t_1 и t_2 , действующие на шкивы, по найденным крутящим моментам и заданным диаметрам шкивов D_1 и D_2 ;
- 4) определить давления на вал, принимая их равными трем окружным усилиям;
- 5) определить силы, изгибающие вал в горизонтальной и вертикальной плоскостях (вес шкивов и вала не учитывать);
- 6) построить эпюры изгибающих моментов от горизонтальных сил $M_{гор}$ и от вертикальных сил $M_{верт}$;
- 7) вычислить значения суммарных изгибающих моментов, пользуясь формулой

$$M_{изг} = \sqrt{M_{гор}^2 + M_{верт}^2}$$
, и построить развертку эпюры суммарного изгибающего момента на

плоскость, откладывая все ординаты в одну сторону от оси вала (при построении развертки эпюры надо учесть, что для некоторых участков вала она не будет прямолинейной);

- 8) при помощи эпюр $M_{кр}$ (см. п. 2) и $M_{изг}$ (см. п. 7) найти опасное сечение и определить величину максимального расчетного момента (по третьей теории прочности);
- 9) подобрать диаметр вала d при $[\sigma] = 70$ МПа и округлить его величину (см. задачу 5).
Данные взять из табл. 7.

Таблица 7

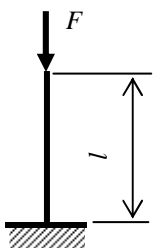
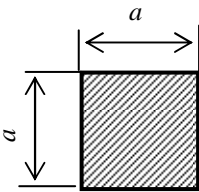
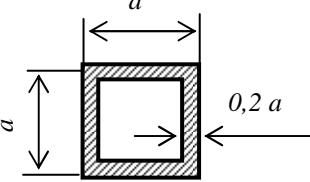
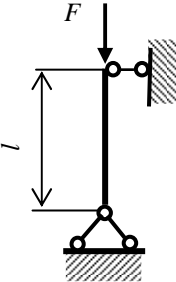
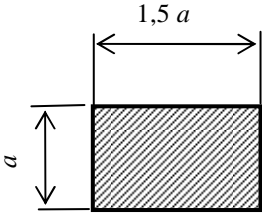
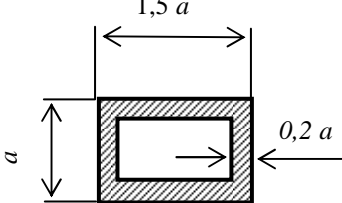
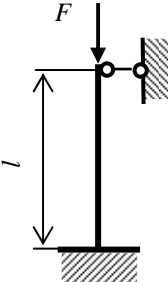
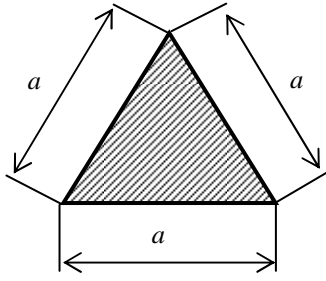
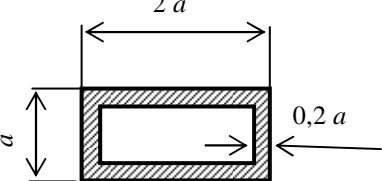
№ строки	Схема по рис. 7	N, кВт	n, об/мин	a	b	c	D ₁	D ₂	α_1	α_2
				м						
1	I	10	100	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	10 ⁰	10 ⁰
2	II	20	200	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	20 ⁰	20 ⁰
3	III	30	300	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	30 ⁰	30 ⁰
4	IV	40	400	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	40 ⁰	40 ⁰
5	V	50	500	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	50 ⁰	50 ⁰
6	VI	60	600	1,6	0,6	0,6	0,6	0,6	60 ⁰	60 ⁰
7	VII	70	700	1,7	0,7	0,7	0,7	0,7	70 ⁰	70 ⁰
8	VIII	80	800	1,8	0,8	0,8	0,8	0,8	80 ⁰	80 ⁰
9	IX	90	900	1,9	0,9	0,9	0,9	0,9	90 ⁰	90 ⁰
0	X	100	1000	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0 ⁰	0 ⁰
	в	б	в	а	б	в	б	в	б	в

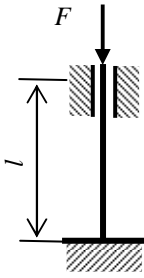
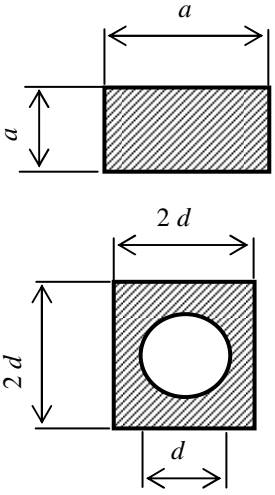
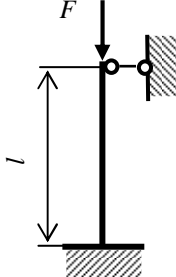
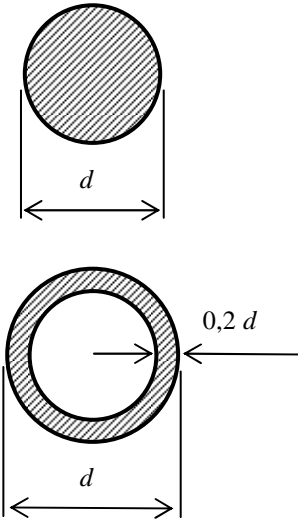
Задача 8.

Стальной стержень (сталь Ст3) длиной l сжимается силой F .
Требуется:

- 1) найти размеры поперечного сечения при допустимом напряжении на простое сжатие $[\sigma] = 160$ МПа (расчет производить методом последовательных приближений, в первом приближении задавшись коэффициентом $\varphi_1 = 0,5$);
- 2) найти значение критической силы и коэффициента запаса устойчивости.
Данные взять из табл. 8

Таблица 8

Номер строки	F , кН	l , м	Схема закрепления концов стержня	Форма сечения стержня
1	100	2,1		
2	200	2,2		
3	300	2,3		
4	400	2,4		
5	500	2,5		
6	600	2,6		

7	700	2,7		
8	800	2,8		
9	900	2,9		
0	1000	3,0		
	a	б	б	В