

С 59

С 64

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Кафедра «Мосты и транспортные тоннели»

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Екатеринбург
Издательство УрГУПС
2012

УДК539.3
С64

С64 **Сопротивление материалов** : сб. контр. заданий / А. А. Лахтин, Т. В. Кузнецова, Г. С. Лобанова, И. Н. Файзрова. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2012. – 34, [2] с.

В сборнике представлены контрольные задания в соответствии с программой курсов «Сопротивление материалов» для студентов специальностей 270800.62 – «Строительство», 271501.65 – «Строительство железных дорог, мостов и тоннелей», 190300.65 – «Подвижной состав железных дорог», 190100.62 – «Наземные транспортные технологические комплексы», 190901.65 – «Системы обеспечения движения поездов» заочной формы обучения.

УДК539.3

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета университета*

Авторы: А. А. Лахтин – профессор кафедры «Мосты и транспортные тоннели», канд. техн. наук, УрГУПС;
Т. В. Кузнецова – старший преподаватель кафедры «Мосты и транспортные тоннели», УрГУПС;
Г. С. Лобанова – доцент кафедры «Мосты и транспортные тоннели», канд. техн. наук, УрГУПС;
И. Н. Файзрова – доцент кафедры «Мосты и транспортные тоннели», канд. техн. наук, УрГУПС;

Рецензент: Н. Г. Горелов – доцент кафедры «Строительные конструкции и строительное производство», канд. техн. наук, УрГУПС

© Уральский государственный университет
путей сообщения (УрГУПС), 2012

УрГУПС
Библиотека

Оглавление

Введение.....	4
Задача 1.....	7
Задача 2.....	9
Задача 3.....	11
Задача 4.....	14
Задача 5.....	15
Задача 6.....	18
Задача 7.....	22
Задача 8.....	24
Задача 9.....	29
Задача 10.....	32
Библиографический список.....	34

Введение

При изучении курса «Сопротивление материалов» студент-зачетник знакомится с существующими методами расчета элементов сооружений и машин на прочность, жесткость и устойчивость, а также приобретает навыки выполнения этих расчетов.

Распределение учебного материала по темам приведено в табл. 1.

Чтобы овладеть знаниями и навыками, студент должен самостоятельно изучить соответствующие разделы курса по учебнику и выполнить контрольные работы, индивидуальные задания, которые помещены в настоящем сборнике.

Исходные данные для индивидуальных заданий на контрольных работ по сопротивлению материалов студент должен взять из приводимых далее таблиц в строгом соответствии со своим личным номером (шифром).

Для этого три последние цифры своего шифра следует написать дважды, а затем под шестью цифрами подписать буквы *a, б, в, г, д, е...*

Например, при шифре 85-С-316345 это будет выглядеть так:

$$\begin{array}{cccccc} 3 & 4 & 5 & 3 & 4 & 5 \\ a & б & в & г & д & е \end{array}$$

Тогда цифра над буквой *a* укажет, какую строку следует брать из столбца *a*, над буквой *б* — из столбца *б* и т. д.

Каждую контрольную работу следует выполнять в отдельной тетради, четким почерком, с полями 3 см для пометок рецензента. Страницы в тетради необходимо пронумеровать. В заголовке контрольной работы следует указать ее номер, название дисциплины, фамилию, имя и отчество студента, название факультета и специальности, учебный шифр, дату выполнения работы. Перед решением каждой задачи необходимо выписать ее условие с числовыми, а не буквенными данными, дать чертеж с числовыми размерами, строго соблюдая масштаб.

Прежде чем приступить к решению задач, следует внимательно разобраться в методических указаниях к их решению и ознакомиться с методическими указаниями к выполнению контрольных работ.

Решение должно сопровождаться краткими, последовательными и грамотными пояснениями и аккуратными схемами.

После получения проверенной работы студент должен исправить все ошибки с учетом сделанных ему указаний. Исправления, выполненные на отдельных листках, следует вложить (или вклеить) в соответствующие места отрецензированной работы. Студент обязан сохранить до экзамена все выполненные контрольные работы, имеющие пометку рецензента «Зачтена».

Все арифметические вычисления следует вести с точностью до трех значащих цифр.

Таблица 1

№ п/п	Темы	Главы учебника			Номера задач по настоящему заданию
		Под ред. А.Ф. Смирнова, 1975	Дарков А. В., Шапиро Г. С., 1989	Под редакцией А.В. Александрова, 2001	
I часть. Простое сопротивление					
1	Основные понятия	I	1	1, 2	—
2	Растяжение и сжатие	II, XVIII	2	3	1, 2
3	Напряженное состояние	III	3	13	—
4	Сдвиг	IV	4	5	—
5	Геометрические характеристики плоских фигур	VI	5	4	3
6	Кручение	VII	6	5	4
7	Изгиб прямых стержней	VIII	7	6, 7	5
8	Определение перемещений в балках при изгибе	IX	7	8	7

Окончание табл. 1

№ п/п	Темы	Главы учебника			Номера задач по настоящему заданию
		Под ред. А.Ф. Смирнова, 1975	Дарков А. В., Шапиро Г. С., 1989	Под редакцией А.В. Александрова, 2001	
II часть. Сложное сопротивление					
9	Сложное сопротивление (косой изгиб, внецентренное сжатие, изгиб с кручением). Теории прочности	XI, XII	8, 9	6	9, 10
10	Расчет тонкостенных стержней открытого профиля	XIII	–	12	–
12	Устойчивость сжатых стержней	XV	13	15	12
13	Динамические задачи	XVII	14	17	14
14	Экспериментальные методы (изучаются в лаборатории)	V	–	20	–

Объем и содержание контрольных работ, перечень задач, входящих в контрольные работы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Студенты строительных специальностей (Стс, Стп) выполняют четыре контрольные работы		
Контрольные работы	Задачи	Рекомендуемые сроки выполнения
I часть № 1	1, 2, 3	октябрь
№ 2	4, 5, 6	декабрь

Окончание табл. 2

II часть № 3 № 4	7, 8 9, 10	март май
Студенты специальности «Подвижной состав железных дорог» (Н.К.В.) выполняют три контрольные работы		
I часть № 1 № 2	1, 2 3, 4	октябрь декабрь
II часть № 3	6	май
Студенты специальности «Наземные транспортные технологические комплексы» (Н.К.Т.) выполняют одну контрольную работу		
№ 1	1, 3, 4, 5	декабрь
Студенты специальности «Системы обеспечения движения поездов» (Э.Э.) выполняют одну контрольную работу		
№ 1	3	май

Задача 1

Один конец вертикального стального бруса закреплен, другой от закрепления свободен. Общая длина бруса L (рис. 1). Одна часть бруса длиной l имеет постоянную по длине площадь поперечного сечения A_1 , другая часть – постоянную площадь A_2 . В сечении, отстоящем от свободного конца бруса на расстоянии C , действует сила F_2 . На свободном конце действует сила F_1 . Модуль упругости материала $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Требуется:

1. Сделать схематический чертёж бруса по заданным размерам, соблюдая масштаб.
2. Составить для каждого участка бруса в сечении с текущей координатой $z (0 \leq z \leq L)$ аналитические выражения изменения продольного усилия N_z и нормального напряжения σ_z .
3. Построить эпюры продольных усилий N_z и напряжений σ_z .
4. Вычислить перемещение сечения, отстоящего от свободного конца бруса на расстоянии l .

Исходные данные взять из табл. 3.

Таблица 3

Номер		L, м	C, м	l/L	A ₁ , см ²	A ₂ , см ²	F ₁ , кН	F ₂ , кН
стро-ки	схемы (см. рис. 1)							
1	1	6	1	0,80	40	100	0,6	0,4
2	2	4	2	0,75	60	120	0,7	0,5
3	1	5	3	0,70	80	160	0,8	0,7
4	2	6	1	0,60	100	180	0,9	0,6
5	1	4	2	0,50	120	200	1,0	0,8
6	2	5	3	0,40	100	140	1,1	1,0
7	1	6	1	0,30	80	120	1,2	0,9
8	2	4	2	0,25	60	160	1,3	0,7
9	1	5	3	0,20	80	180	1,4	1,0
0	2	6	1	0,10	40	200	1,5	1,1
	e	д	з	а	е	е	в	в

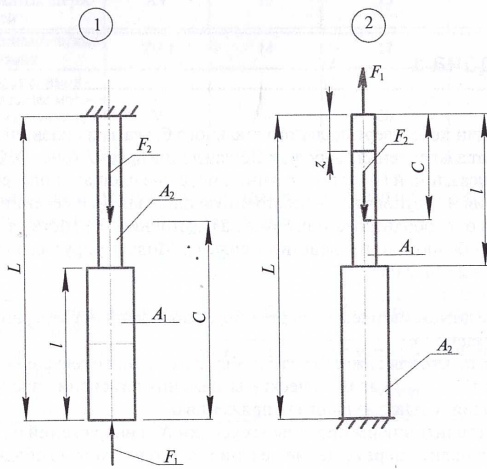


Рис. 1

Задача 2

Абсолютно жесткий брус (рис. 2), имеющий одну шарнирно-неподвижную опору и прикрепленный двумя тягами из упруго-пластичной стали, нагружен переменной по величине силой F . Площади поперечных сечений тяг A_1 и A_2 , модуль упругости $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, предел текучести $\sigma_T = 240$ МПа, коэффициент запаса прочности $n = 1,5$.

Требуется:

1. Начертить расчетную схему по заданным размерам.
2. Определить допускаемое и предельное значение силы F при расчете по методу допускаемых напряжений.
3. Определить предельное и допускаемое значение силы F при расчете по методу разрушающих нагрузок.

Исходные данные взять из табл. 4.

Таблица 4

Номер		A ₁ , см ²	A ₂ , см ²	a, м	b, м	c, м	l ₁ , м	l ₂ , м
стро-ки	схемы (см. рис. 2)							
1	1	2	1	1,1	1,1	1,1	0,6	0,6
2	2	3	2	1,2	1,2	1,2	0,8	0,8
3	3	4	3	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0
4	4	5	4	1,4	1,4	1,4	1,2	1,2
5	5	6	5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
6	6	7	6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5
7	7	8	7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6
8	8	9	8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
9	9	10	9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0
0	0	11	10	1,0	1,0	1,0	2,2	2,2
	e	a	б	д	з	в	е	а

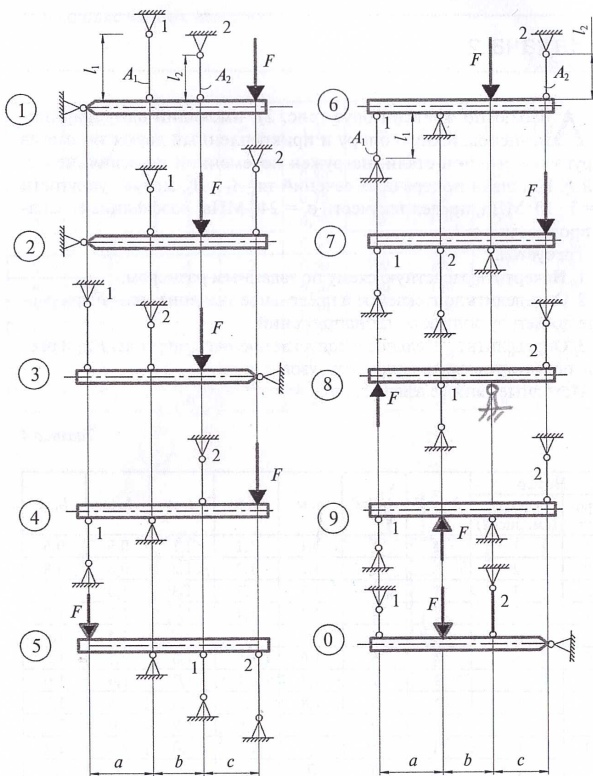


Рис. 2

Методические указания к решению задачи 2

Упруго-пластический материал характеризуется зависимостью между напряжением и удлинением, которая изображается диаграммой Прандтля. По этой диаграмме напряжение изменяется от нуля до предела текучести по наклонной прямой (закон Гука: $\sigma = E \cdot \epsilon$), а дальше — по горизонтальной прямой (рис. 3).

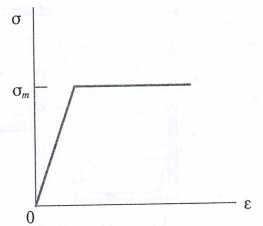


Рис. 3

По п. 2 задания следует решить статически неопределимую задачу. Для ее решения кроме уравнений равновесия необходимо составить дополнительное уравнение совместности перемещений всей системы.

С увеличением внешней нагрузки напряжение в одной из тяг достигнет предела текучести. Это значение нагрузки будет предельным для расчета по методу допускаемых напряжений.

При дальнейшем увеличении внешней нагрузки напряжение в этой тяге не изменится (см. рис. 3), а в другой тяге будет расти и тоже достигнет предела текучести. В этот момент несущая способность всей системы будет исчерпана, а значение нагрузки будет предельным при расчете по методу разрушающих нагрузок.

Задача 3

Перечное сечение бруса (рис. 4) состоит из двух частей, соединенных в одно целое.

Требуется:

1. Вычертить схему сечения в масштабе 1:2, на которой указать положение всех осей и все размеры.
2. Найти общую площадь сечения.

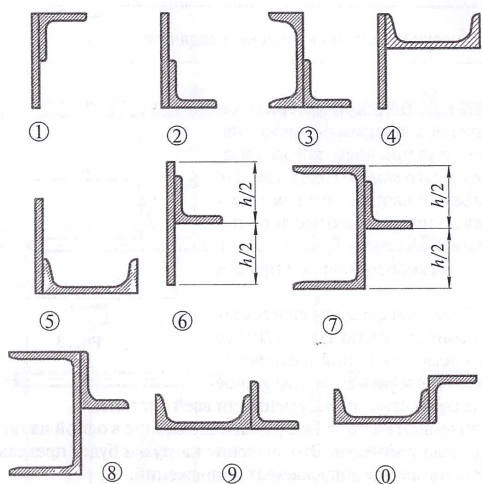


Рис. 4

3. Определить положение центра тяжести всего сечения.
 4. Определить осевые и центробежный моменты инерции сечения относительно осей, проходящих через центр тяжести параллельно полкам.
 5. Найти положение главных центральных осей, значения главных центральных моментов инерции, главных радиусов инерции и проверить правильность вычисления моментов инерции.
- Исходные данные взять из табл. 5.

Таблица 5

Номер		Равнобокий уголок (ГОСТ 8509-93)	Швеллер (ГОСТ 8240-89)	Полоса
стро- ки	Схемы (см. рис. 4)			
1	1	80×80×7	12	140×8
2	2	90×90×8	14	160×8
3	3	90×90×6	16	160×10

Окончание табл. 5

Номер		Равнобокий уголок (ГОСТ 8509-93)	Швеллер (ГОСТ 8240-89)	Полоса
стро- ки	Схемы (см. рис. 4)			
4	4	100×100×8	16	180×10
5	5	100×100×10	18	200×8
6	6	100×100×12	18	200×10
7	7	100×100×10	20	200×12
8	8	110×110×8	22	220×10
9	9	125×125×10	24	250×10
0	0	125×125×12	27	250×12
	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>δ</i>	<i>б</i>

Методические указания к решению задачи 3

При решении необходимо пользоваться данными сортамента и не заменять части профилей прямоугольниками.

Центробежный момент инерции уголка может быть вычислен по формуле

$$J_{xy} = \frac{J_{\max} - J_{\min}}{2} \sin 2\alpha.$$

Центробежный момент инерции равнобокого уголка относительно центральных осей, параллельных полкам, равен абсолютной величине полуразности главных моментов инерции, так как в формуле $\alpha = 45^\circ$. Знак центробежного момента уголка зависит от расположения его относительно осей и может быть либо положительным (рис. 5, а), либо отрицательным (рис. 5, б).

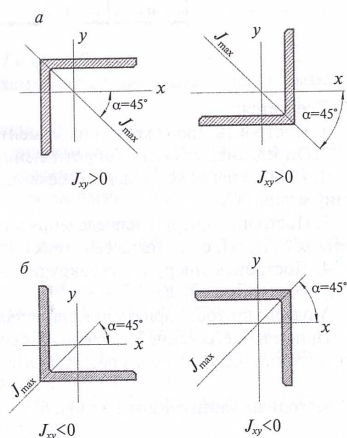


Рис. 5

Задача 4

Стальной валик (рис. 6) закручивается двумя парами сил, действующими в крайних сечениях. Момент каждой пары сил – M .

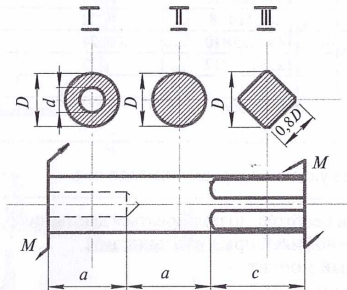


Рис. 6

Требуется:

1. Построить эпюру крутящих моментов.
2. Определить моменты сопротивления при кручении для сечений I, II, III и по наиболее опасному сечению найти допустимую величину момента M .
3. Построить эпюры распределения касательных напряжений в сечениях I, II, III, отметив на сечениях опасные точки.
4. Построить эпюру углов закручивания, приняв начало отсчета на левом торце валика.

Модуль упругости при сдвиге для материала валика $G = 8 \cdot 10^4$ МПа.

Примечание: сечение III можно приближенно считать квадратным со стороной $0,8 D$, так как срезы углов весьма незначительны.

Исходные данные взять из табл. 6.

Номер строки	D , мм	d/D	a , см	c , см	$R_{ср}$, МПа
1	110	0,3	30	80	90,0
2	120	0,4	35	90	95,0
3	130	0,5	40	100	100,0
4	40	0,6	45	120	105,0
5	50	0,8	50	140	110,0
6	60	0,3	55	150	90,0
7	70	0,4	60	160	95,0
8	80	0,5	65	170	100,0
9	90	0,6	70	175	105,0
0	100	0,8	75	180	110
	е	д	а	б	в

Задача 5

Для схем балок I, II (рис. 7 и 8) требуется:

1. Вычертить расчетные схемы, указав числовые значения размеров и расчетных нагрузок.
2. Вычислить опорные реакции и проверить их.
3. Для всех схем составить аналитические выражения, изменения изгибающих моментов M_x и поперечных сил Q_y на всех участках.
4. Для всех схем построить эпюры изгибающих моментов M_x и поперечных сил Q_y .
На всех эпюрах обязательно указать числовые значения ординат в характерных сечениях участков.
5. Руководствуясь эпюрой изгибающих моментов, показать для схем I и II приблизительный вид изогнутых осей балок.
6. По опасному сечению подобрать поперечные сечения:
 - а) для схемы I – прямоугольное $h \times b$ при расчетном сопротивлении $R_n = 16$ МПа (клееная древесина); $h:b = 1,5$;
 - б) схемы II – двутавровое (ГОСТ 8239-89) при расчетном сопротивлении $R_n = 200$ МПа (сталь).

Исходные данные взять из табл. 7.

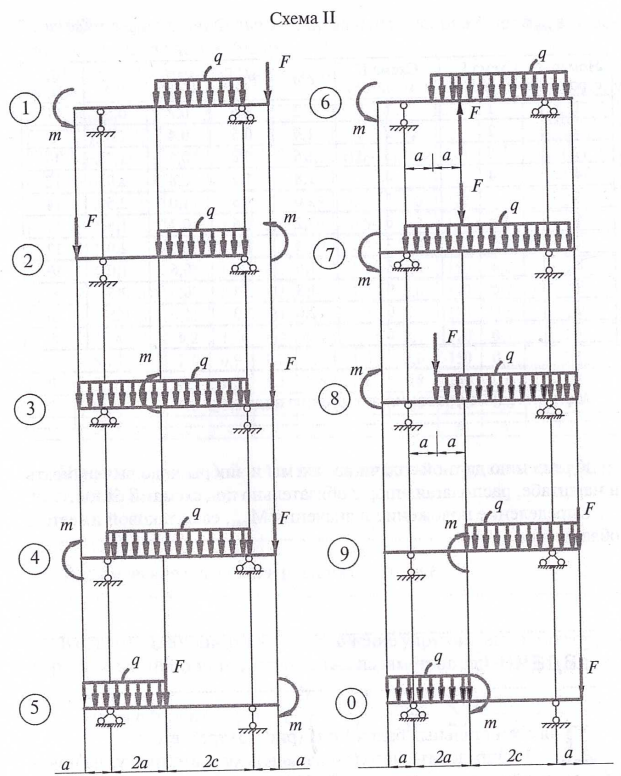
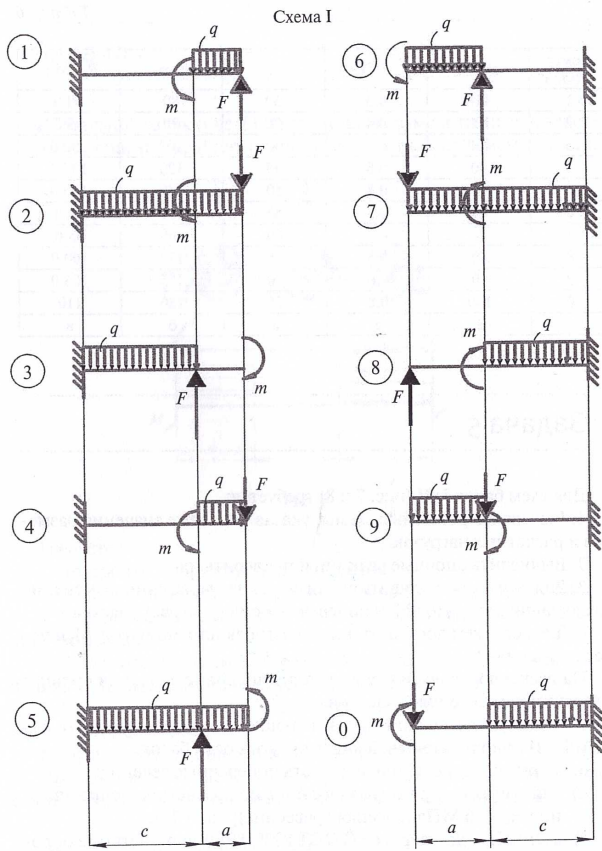


Таблица 7

Номер строки	Схема I (см. рис. 7)	Схема II (см. рис. 8)	c/a	P/qa	m/qa ²	a, м	q, кН/м
1	1	1	1,2	0,6	0,2	0,5	6
2	2	2	1,4	0,5	0,4	1,0	8
3	3	3	1,6	0,8	0,6	1,5	10
4	4	4	1,8	1,2	0,8	2,0	12
5	5	5	2,0	1,5	1,0	2,5	14
6	6	6	1,2	1,6	0,2	1,5	16
7	7	7	1,4	1,0	0,4	2,0	12
8	8	8	1,6	1,8	0,6	1,0	10
9	9	9	1,8	2,4	0,8	2,5	8
0	0	0	2,0	2,0	1,0	0,5	6
	a	б	г	д	е	д	г

Методические указания к решению задачи 5

К решению данной задачи все схемы и эпюры надо вычерчивать в масштабе, располагая эпюры обязательно под схемами балок.

Определение положения и значения M_{max} , если таковой имеется, обязательно.

Задача 6

Для схем стальных балок I и II (рис. 10) требуется:

1. Определить методом начальных параметров углы поворота сечений и прогибы в точке В. Модуль упругости $E = 2 \cdot 10^5$ МПа. Поперечные сечения балок: схема I – трубчатое с внешним диаметром D и внутренним – d ; схема II – двутавровое.

2. Составить аналитические выражения изменения поперечных сил Q , и изгибающих моментов M_x на всех участках.

3. Построить эпюры поперечных сил Q , и изгибающих моментов M_x .

4. Определить наибольшие нормальные напряжения σ_{max} в опасном сечении каждой из балок.

Исходные данные взять из табл. 8.

Таблица 8

строки	Номер		b, м	c, м	l, м	F, кН	q, кН/м	M, кН·м	D, мм	d/D	Номер двутавра по ГОСТ 8239-89
	схе-мы I см. рис. 12	схе-мы II									
1	1	1	0,9	1,3	1,0	0,8	0,8	1,0	120	0,5	20
2	2	2	1,0	1,2	1,1	0,9	0,9	1,2	130	0,7	16
3	3	3	1,1	1,1	1,2	1,0	1,0	1,5	140	0,5	22
4	4	4	1,2	1,0	1,0	1,1	1,1	1,6	150	0,6	17
5	5	5	1,3	0,9	1,2	1,2	1,2	2,0	140	0,7	24
6	6	6	1,0	1,1	1,4	1,3	1,3	2,1	130	0,5	27
7	7	7	1,2	1,0	1,0	1,4	1,4	2,4	120	0,7	20
8	8	8	1,1	0,9	1,2	1,5	1,5	2,6	150	0,8	24
9	9	9	0,9	1,3	1,3	1,6	1,6	2,8	140	0,6	22
0	0	0	1,3	1,2	1,4	1,7	1,7	3,0	160	0,8	18
	д	е	з	а	б	е	в	з	д	а	б

Пункты условия 2, 3 и 4 выполняют только студенты специальности Н.К.В.

Методические указания к решению задачи 6

В общем виде универсальное уравнение упругой линии и углов поворота сечений по методу начальных параметров записывается так:

$$EJy_z = EJy_0 + EJ\varphi_0 z + \frac{M_0 z^2}{2!} + \frac{Q_0 z^3}{3!} + \frac{q_0 z^4}{4!} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{M_i (z - a_i)^2}{2!} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Q_i (z - b_i)^3}{3!} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{q_i (z - c_i)^4}{4!}; \quad (1)$$

$$EJ\varphi_z = J\varphi_0 + M_0 z + \frac{Q_0 z^2}{2!} + \frac{q_0 z^3}{3!} + \sum_{i=1}^{n-1} M_i (z - a_i)^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Q_i (z - b_i)^2}{2!} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{q_i (z - c_i)^3}{3!}; \quad (2)$$

В уравнениях (1) и (2) применительно к задаче:

y_z — искомый прогиб в сечении с текущей координатой z (ось z направлена вдоль оси балки); $y_0, \varphi_0, M_0, Q_0, q_0$ — параметры в начале координат (прогиб, угол поворота, момент, поперечная сила и равномерно распределенная нагрузка); M_i, Q_i, q_i — внешние силовые факторы в пределах балки; a_i, b_i, c_i — расстояния от начала координат до точки приложения соответствующего силового фактора.

При выборе начала координат на левом конце балки и при направлении оси y вверх, а по оси z вправо принято считать положительными: внешние моменты — по ходу часовой стрелки; внешние силы и прогибы — по направлению оси y ; углы поворота — против хода часовой стрелки.

Начальные параметры y_0 и φ_0 определяются из двух граничных условий закрепления концов балки. Для консоли, имеющей заделку на левом конце, y_0 и φ_0 вычисляются из условия граничных закреплений:

$$\text{при } z=0 \quad y_{z=0} = y_0 = 0; \quad \varphi_{z=0} = \varphi_0 = 0.$$

Для однопролетной балки y_0 находится из условия закрепления на левом конце балки при $z=0$; $y_{z=0} = y_0 = 0$, а начальный параметр φ_0 — из условия закрепления на правом конце балки при $z=l$; $y_{z=l} = 0$, т. е. из уравнения

$$EJ y_{z=l} = 0.$$

Следует помнить, что при определении прогиба или угла поворота в каком-либо сечении балки универсальные уравнения учитывают только те нагрузки, которые действуют на участке балки от начала координат до рассматриваемого сечения.

Если распределенная нагрузка q обрывается в сечении $n-n$, расположенном левее сечения z , для которого определяются прогиб или угол поворота, то ее следует мысленно продолжить до правого конца балки и одновременно с этим приложить на участке от сечения $n-n$ до правого конца балки нагрузку q такого же значения, но с обратным знаком (рис. 9).

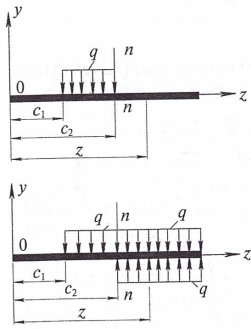


Рис. 9

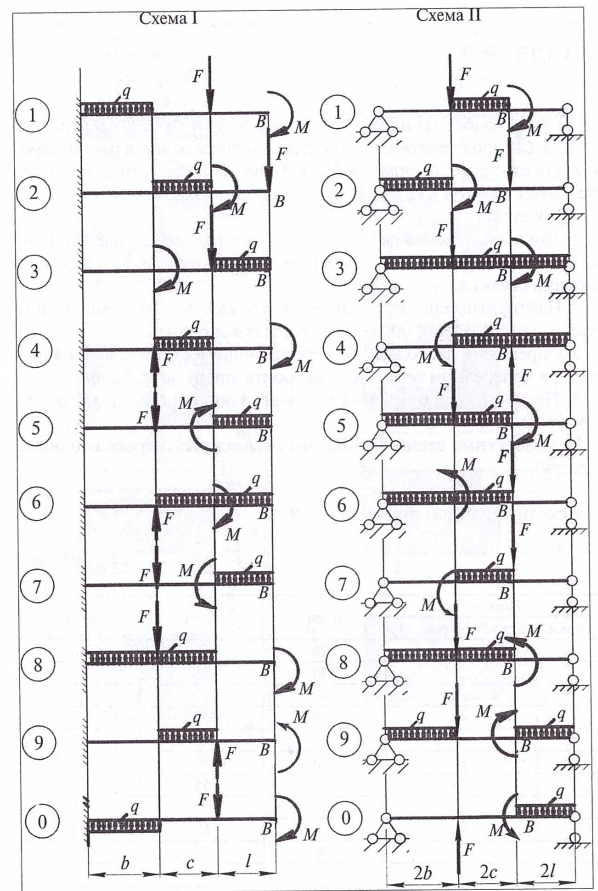


Рис. 10

Задача 7

На столб заданного поперечного сечения в точке D верхнего торца действует внецентренно приложенная растягивающая или сжимающая сила $F = 100$ кН (рис. 11). Растягивающая сила обозначена точкой в кружке, а сжимающая – крестом.

Требуется:

1. Показать положение главных центральных осей инерции и вычислить значения главных моментов и квадратов главных радиусов инерции сечения.

2. Найти положение нулевой линии и показать ее на схеме сечения с указанием отрезков, отсекаемых на осях координат.

3. Определить наибольшие (растягивающие и сжимающие) напряжения в поперечном сечении и построить эпюру напряжений.

4. Построить ядро сечения и указать координаты его характерных точек.

Все расчетные схемы необходимо выполнять, строго соблюдая масштаб.

Исходные данные взять из табл. 9.

Таблица 9

Номер		b , см	c , см	a , см
строки	схемы (см. рис. 11)			
1	1	120	50	20
2	2	130	55	25
3	3	140	60	30
4	4	150	65	20
5	5	120	70	25
6	6	130	50	30
7	7	140	55	20
8	8	150	60	25
9	9	120	65	30
0	0	130	70	20
	e	a	b	b

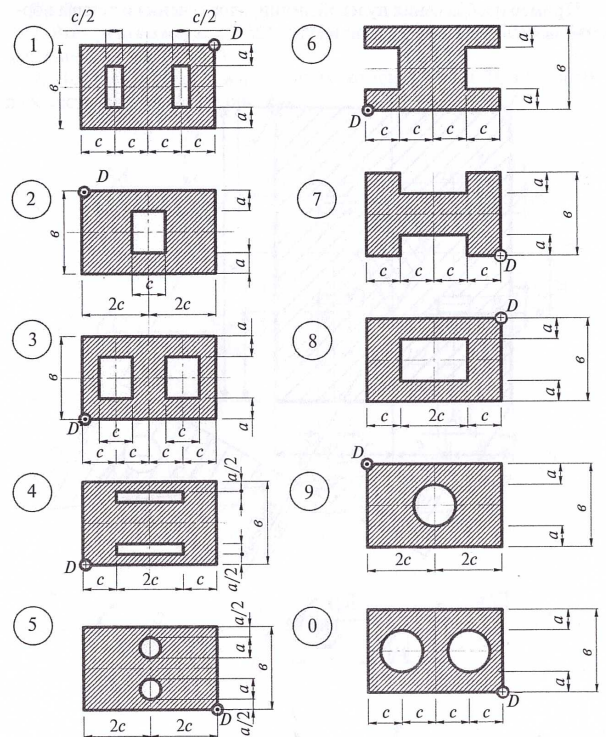


Рис. 11

Пример изображения нулевой линии, ядра сечения и эпюры нормальных напряжений показан на рис. 12.

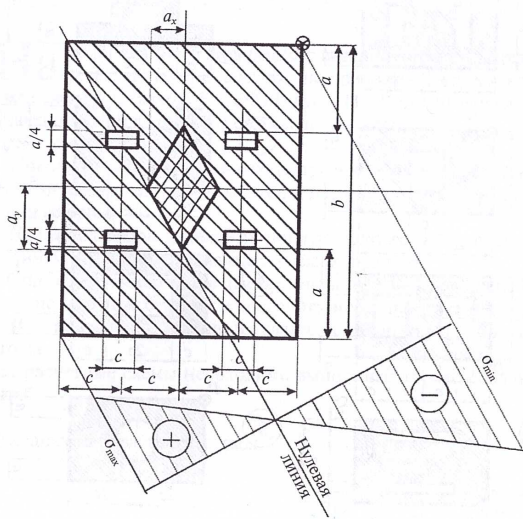


Рис. 12

Задача 8

Стальная балка АВ (рис. 13) нагружена расчетными силами F_1 и F_2 , направленными по главным центральным осям поперечного сечения.

Требуется:

1. Вычертить в масштабе расчетную схему балки (рис. 13) и ее поперечное сечение (рис. 14).
2. Построить эпюры изгибающих моментов M_x и M_y в главных плоскостях инерции (см. рис. 15).

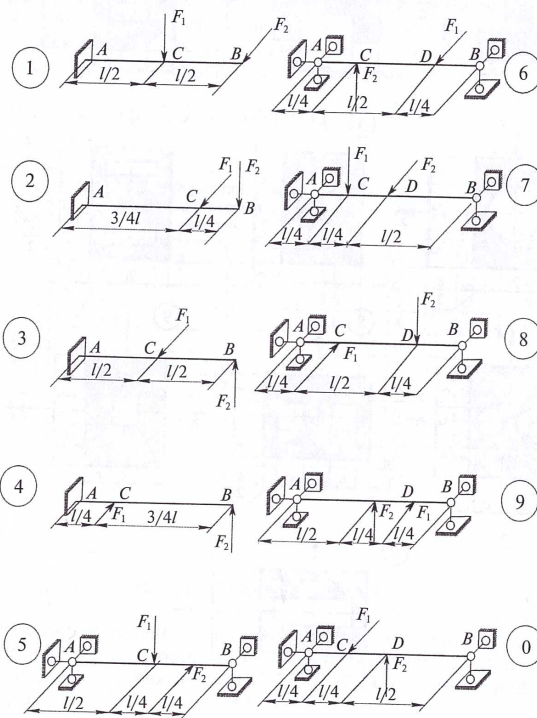


Рис. 13

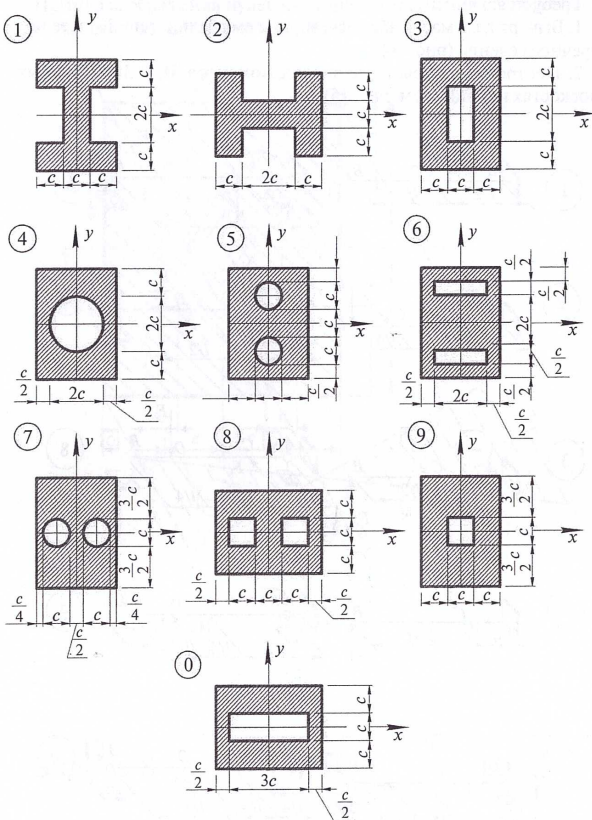


Рис. 14

3. Найти для опасного (схемы 1–4) или двух равно опасных сечений (схемы 5–0) положение нулевой линии, установить в сечениях опасные точки, вычислить наибольшие растягивающие и сжимающие нормальные напряжения в опасных точках, указать наиболее опасное сечение, сравнить напряжения в опасных точках этого сечения с расчетным сопротивлением $R_n = 200$ МПа и построить их эпюру.

4. Найти значение полного прогиба и указать его направление:
 а. для консольных балок – в середине ее длины;
 б. для балок на двух опорах – в середине пролета.

Исходные данные взять из табл. 10.

Таблица 10

Номер строки	Номер схемы (см. рис. 13)	Форма поперечного сечения (см. рис. 14)	l , м	c , см	F_1 , кН	F_2 , кН
1	1	1	3,0	2,8	1,0	0,1
2	2	2	3,2	3,0	1,2	0,2
3	3	3	3,6	3,2	1,3	0,3
4	4	4	3,8	3,6	1,4	0,4
5	5	5	4,0	4,0	1,5	0,5
6	6	6	4,4	4,2	1,6	0,6
7	7	7	4,8	4,0	1,7	0,7
8	8	8	5,0	3,6	1,8	0,8
9	9	9	5,2	3,2	1,9	0,9
0	0	0	5,6	3,0	2,0	1,0

Методические указания к решению задачи 8

Эпюры изгибающих моментов M_x и M_y в двух главных взаимно перпендикулярных плоскостях рекомендуется строить отдельно, условно совмещая горизонтальную плоскость xAz с вертикальной yAz (см. рис. 15).

Полный прогиб в заданном сечении вычисляется по формуле

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2},$$

где f_x и f_y — прогибы балки по направлению главных осей инерции сечения.

Эти прогибы следует вычислять методом начальных параметров.

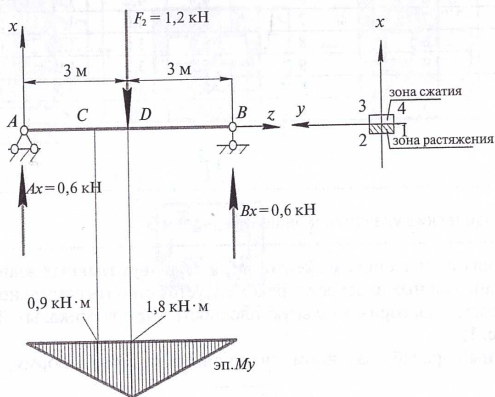
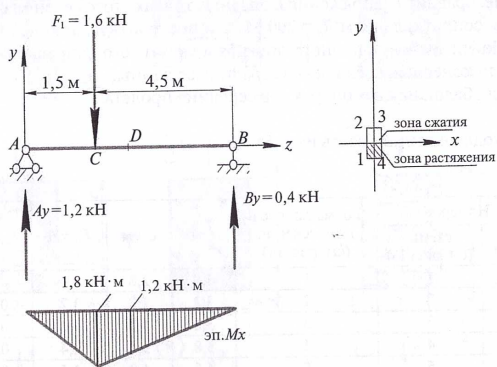


Рис.15

Пример изображения нулевой линии, эпюры нормальных напряжений и направления прогибов показан на рис. 16.

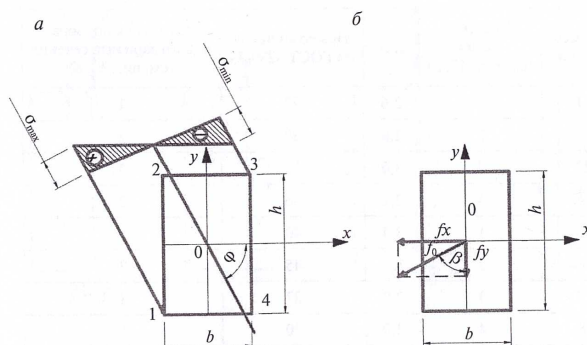


Рис.16

Задача 9

Для стойки двутаврового поперечного сечения (ГОСТ 8239–89), одинаково закрепленной в обеих плоскостях потери устойчивости и центрально сжатой расчетной силой F по заданной схеме (рис. 17, а), требуется:

1. Определить расчетную грузоподъемность F , указать положительные и отрицательные стороны конструкции колонны из двутавра.
2. Для найденной расчетной грузоподъемности F в целях лучшего использования материала заменить двутавр более рациональным сечением из двух двутавров или двух швеллеров, соединенных планками на сварке (рис. 17, б), подобрать для нового варианта сечение, сравнить его по площади с первоначальным и вычертить в масштабе с указанием числовых размеров. Расчетное сопротивление материала $R = 190$ МПа.

Исходные данные взять из табл. 11.

Таблица 11

Номер строки	Расчетная схема (см. рис. 17, а)	l, м	Номер двутавра по ГОСТ 8239-89	Схема для подбора нового варианта сечения (см. рис. 17, б)
1	1	2,6	27	1
2	2	2,8	30	2
3	3	3,0	33	3
4	4	3,2	36	2
5	1	3,4	40	1
6	2	3,6	45	2
7	3	3,8	27	3
8	4	4,0	30	1
9	1	4,2	50	2
0	2	4,4	55	3
	е	б	г	д

Методические указания к решению задачи 9

При решении задачи составное сечение следует считать за цельное и вычисления приведенной гибкости не делать. Расстояние между двумя двутаврами или швеллерами (см. рис. 17) необходимо определять из условия:

$$J_y = (1,1 \div 1,2) J_x,$$

где J_x — момент инерции составного сечения относительно оси x;

J_y — момент инерции составного сечения относительно оси y.

Значения коэффициента ϕ следует определять по таблицам из учебника, интерполируя для промежуточных значений гибкости с точностью до третьего знака после запятой.

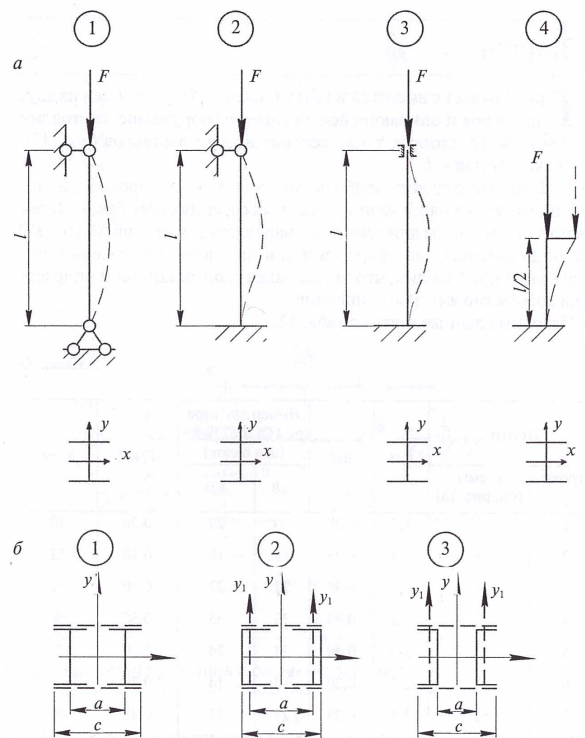


Рис. 17

Задача 10

Груз F падает с высоты h в точку C балки KD , состоящей из двух двутавров и опирающейся на упругое сооружение, состоящее из одной балки, которая также состоит из двух двутавров (рис. 18). Длина всех балок — l .

Требуется определить наибольшие динамические прогибы, а также динамические напряжения в опасных сечениях всех балок. Затем сравнить полученное динамическое напряжение и прогиб в балке KD с теми динамическими напряжением и прогибом, которые возникли бы в ней при условии, что эта же балка своими концами опирается на абсолютно жесткое основание.

Исходные данные взять из табл. 12.

Таблица 12

Номер строки	Номер схемы (см. рис. 18)	$l, \text{ м}$	a/l	Номер двутавра по ГОСТ 8239-89 (для балок)		$F, \text{ кН}$	$h, \text{ см}$
				AB	KD		
1	1	1,2	0,20	20	20	0,20	10
2	2	1,4	0,25	18	18	0,30	12
3	1	1,6	0,30	22	22	0,40	11
4	2	1,8	0,35	33	33	0,50	9
5	2	2,0	0,40	24	24	0,60	8
6	1	2,2	0,20	14	14	0,70	7
7	2	2,4	0,25	27	27	0,80	6
8	1	2,6	0,30	36	36	0,90	5
9	2	2,8	0,35	30	30	1,00	4
0	1	3,0	0,40	40	40	1,10	3
	e	a	e	z	$б$	$в$	$д$

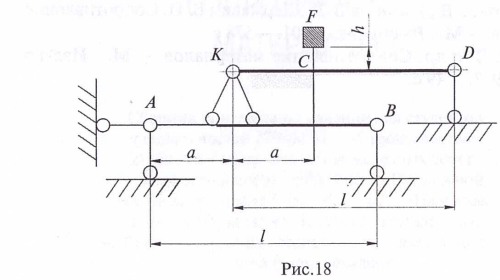
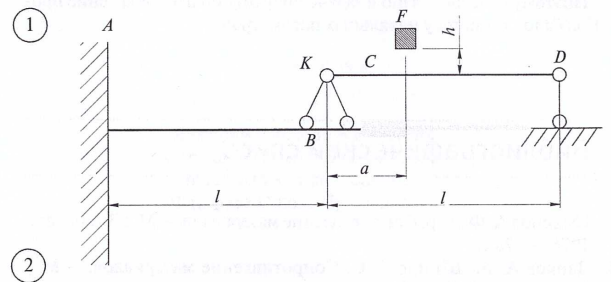


Рис.18

Методические указания к решению задачи 10

При определении динамического коэффициента требуется вычислить вертикальное перемещение точки C от статически приложенной нагрузки.

Следует иметь в виду, что u_c^c представляет собой сумму двух слагаемых, одно из которых — статический прогиб точки C балки KD без учета прогиба балки AB , а другое — вертикальное перемещение этой точки, получающееся в результате смещения опоры K балки KD при прогибе балки AB .

Поэтому целесообразно в задаче получить общее выражение прогибов балок по методу начальных параметров.

Библиографический список

1. Смирнов А. Ф. и др. Сопротивление материалов. — М. : Высш. шк., 1976. — 578 с.
2. Дарков А. В., Шпиро Г. С. Сопротивление материалов. — М. : Высш. шк., 1989. — 624 с.
3. Александров А. В., Потапов В. Д., Державин Б. П. Сопротивление материалов. — М. : Высш. шк., 2001. — 578 с.
4. Захаров В. В. и др. Сопротивление материалов. — М. : Изд-во ВЗИИТ, 1987. — 49 с.

Учебное издание

Лахтин Александр Алексеевич
Кузнецова Татьяна Владимировна
Лобанова Галина Степановна
Файзрава Илюза Нургазизовна

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Сборник контрольных заданий для студентов специальностей 270800.62 – «Строительство», 271501.65 – «Строительство железных дорог, мостов и тоннелей», 190300.65 – «Подвижной состав железных дорог», 190100.62 – «Наземные транспортные технологические комплексы», 190901.65 – «Системы обеспечения движения поездов» заочной формы обучения

Редактор *С. В. Пилюгина*
Верстка *Н. А. Журавлевой*

Подписано в печать 16.10.12. Формат 60x84/16.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 2,1.
Тираж 200 экз. Заказ 116.

Издательство УрГУПС
620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66