

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой
«ТРАНСПОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»

Протокол № _____ от _____ 201__ г.

Автор: _____

**ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ С МЕТОДИЧЕСКИМИ
УКАЗАНИЯМИ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Сопротивление материалов

Уровень ВО: *Специалитет*

Форма обучения: *Заочная*

Курс: *3*

Специальность/Направление: *23.05.03 Подвижной состав железных дорог
(ПСС)*

Специализация/Профиль/Магистерская программа: *Все специализации*

Москва

ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

По дистанционной форме обучения при изучении курса «*Сопротивление материалов*» студент осваивает методы расчета элементов инженерных конструкций на прочность, жесткость, устойчивость и надежность, а также приобретает навыки в выполнении этих расчетов.

Необходимый объем знаний студента определяют программы курса. При этом студенты, обучающиеся по специальностям *ПВ, ПЛ, ПН, ПТ, ПЭ* на третьем курсе, осваивают только классические разделы дисциплины «*Сопротивление материалов*» и выполняют три контрольные работы.

Чтобы обладать знаниями и навыками, студент должен самостоятельно изучать соответствующие разделы курса по учебникам [1-3]. Далее студент обязан самостоятельно выполнять контрольные работы, индивидуальные задания которых помещены в настоящем сборнике. При изучении курса [1-3] рекомендуется составить конспект по теоретическому материалу самостоятельно выводить встречающиеся формулы.

Если при изучении курса или при выполнении контрольных работ у студента возникнут затруднения или вопросы, он может получить консультацию у преподавателей кафедры.

Исходные данные для выполнения индивидуальных заданий студент должен взять из приводимых таблиц и схем расчетов в строгом соответствии со своим учебным шифром.

Для этого необходимо три последние цифры своего учебного шифра написать дважды, а затем под шестью цифрами подписать первые шесть букв из русского алфавита: *а, б, в, г, д, е*. Например, при шифре 96-ПВ-316345 это будет выглядеть так:

3	4	5	3	4	5
<i>а</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>

Тогда число над буквой *а* укажет номер строки данной таблицы, откуда следует брать значение соответствующей величины из столбца *а*, под буквой *б* - из столбца *б* и т.д.

Каждую контрольную работу следует выполнять в отдельной тетради нормального формата, чернилами, четким почерком, с полями 0.5 см для пометок рецензента. Страницы в тетради необходимо пронумеровать. В заголовке контрольной работы следует указать ее номер, название дисциплины, фамилию, имя и отчество студента, с указанием факультета, специальности, учебного шифра, точного почтового адреса и даты выполнения работы.

Перед решением каждой задачи нужно описать постановку задачи с указанием числовых значений исходных данных, и изобразить расчетную схему с указанием размеров данной системы, строго соблюдать масштаб.

После получения из университета проверенной работы студент должен исправить все ошибки с учетом всех сделанных ему указаний и замечаний преподавателя. Исправления, выполненные на отдельных листах, следует вложить в соответствующие места отрецензированной работы (отдельно от работы исправления не рассматриваются). Студент обязан сохранить до экзамена все выполненные контрольные работы, имеющие пометку рецензента «Зачтена».

При выполнении контрольной работы все арифметические вычисления следует вести с достаточной точностью. Рекомендуется при вычислении определить результат с точностью до трехзначных цифр независимо от местоположения запятой.

Студенты третьего курса специальностей *ПВ, ПЛ, ПН, ПТ, ПЭ* выполняют по три контрольные работы.

Перечень задач, а также рекомендуемые сроки их выполнения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Контрольные работы	Задачи
№ 1	1, 2, 3, 4
№ 2	5, 6, 7, 8

Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания
1	Сопротивление материалов. Учебник. изд. 6-е испр.	Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П.	2008, М: Высшая школа
2	Сопротивление материалов. Учебное пособие (рец. Кузьмин Л.Ю.)	Лукьянов А.М.	2008, М: Высшая школа
3	Сопротивление материалов. Учебное пособие	Кузьмин Л.Ю., Сер- гиенко В.Н., Ломунов В.К.	2013, М: РОАТ

Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания
1	Сопротивление материалов. Учебник. изд. 2-е, испр.	Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П.	2004, М: Высшая школа
2	Сопротивление материалов. Учебник для студентов заочных вузов и факультетов	Дарков А.В., Шапиро Г.С.	1989, М: Высшая школа
3	Сопротивление материалов. Учебник для втузов	Феодосьев В.И.	1986, М: Наука

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Задача 1

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ

Поперечное сечение бруса (рис.1) 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;
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.

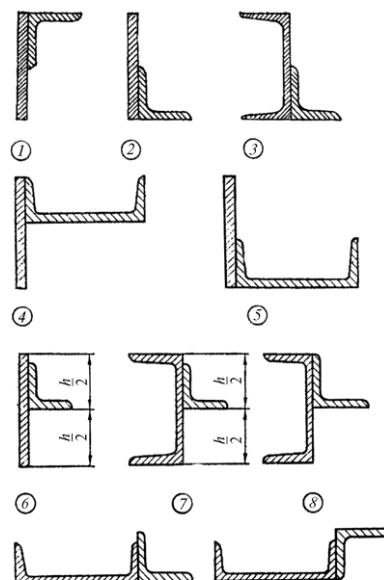


Рис. 1

Исходные данные взять из табл.2.

Таблица 2

Номер		Равнобокий уголок (ГОСТ 8509-72)	Швеллер (ГОСТ 8240-72)	Полоса
строки	схемы (рис.1)			
1	1	80x80x8	12	140x8
2	2	90x90x8	14	160x8
3	3	90x90x9	16	160x10
4	4	100x100x8	16a	180x10
5	5	100x100x10	18	200x8
6	6	100x100x12	18a	200x10
7	7	100x100x14	20	200x12
8	8	110x110x8	20a	220x10
9	9	125x125x10	24	250x10
0	0	125x125x12	24a	250x12
	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>δ</i>	<i>б</i>

Примечание. При отсутствии указанных в табл.2 ГОСТ можно использовать ГОСТ8509-57 и ГОСТ 8240-56.

Методические указания к решению задачи № 1

При решении необходимо пользоваться данными сортамента *и ни в коем случае не заменять части профилей прямоугольниками.*

Центробежный момент инерции уголка может быть вычислен по формуле

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

где α - угол между горизонтальной осью x и осью наибольшего момента инерции; он положителен, когда поворот оси наибольшего момента инерции к горизонтальной оси x происходит против часовой стрелки: $|\alpha| \leq 90^\circ$.

Таким образом, центробежный момент инерции равнобокого уголка относительно центральных осей, параллельных полкам, равен по абсолютной величине полуразности главных моментов инерции, т.к. в формуле $\alpha = 45^\circ$. Знак же центробежного момента уголка зависит от расположения его относительно осей и может быть либо положительным (рис.2,а), либо отрицательным (рис. 2,б).

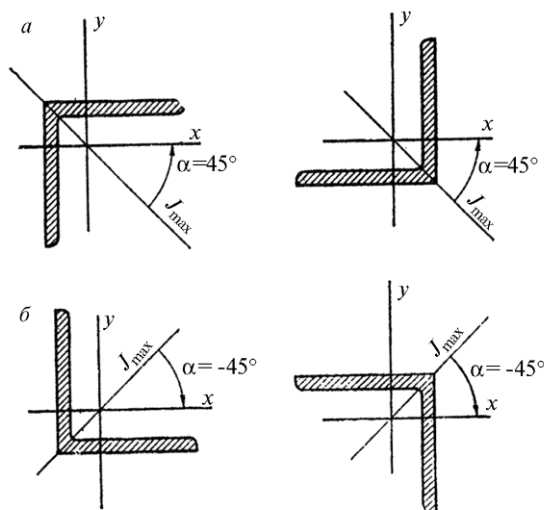


Рис. 2

Задача 2

РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ ПРЯМОГО БРУСА

Стальной стержень ($E = 2 \cdot 10^5$ МПа), один конец которого жестко зашпелен, другой – свободен, находится под действием продольных сил P и распределенной нагрузки $t = 20$ кН/м. Отдельные участки стержня имеют различную площадь поперечного сечения, F или $2F$ (рис.3).

Требуется:

1) сделать схематический чертеж бруса по заданным размерам, соблюдая масштаб длин по вертикали;

2) вычислить значения продольной силы N и нормального напряжения σ , построить их эпюры;

3) найти перемещение сечения I – I.

Данные взять из табл. 3.

Таблица 3

№ строки	Схема № по рис. 3	F , см ²	Расстояние, м			P , кН
			a	b	c	
1	1	2,1	0,11	0,11	0,11	21
2	2	2,2	0,12	0,12	0,12	22
3	3	2,3	0,13	0,13	0,13	23
4	4	2,4	0,14	0,14	0,14	24
5	5	2,5	0,15	0,15	0,15	25
6	6	2,6	0,16	0,16	0,16	26
7	7	2,7	0,17	0,17	0,17	27
8	8	2,8	0,18	0,18	0,18	28
9	9	2,9	0,19	0,19	0,19	29
0	0	2,0	0,10	0,10	0,10	20
	e	z	a	b	c	d

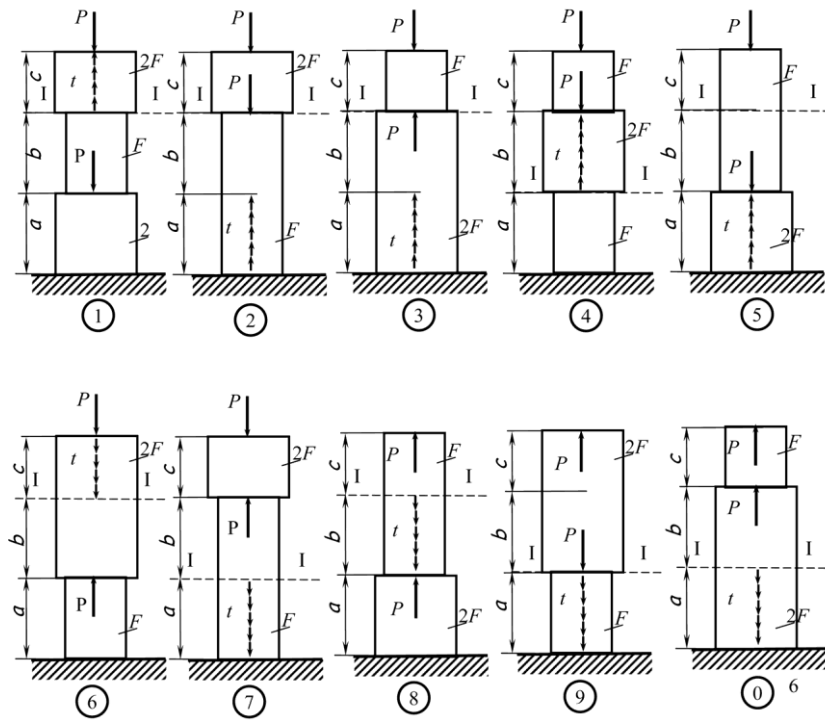


Рис. 3

Задача 3

КРУЧЕНИЕ ВАЛОВ

Стальной валик круглого сечения (для нечетных номеров схем –1, 3, 5 и т.д.) или прямоугольного сечения (для четных номеров схем –2, 4, 6 и т.д.) испытывает кручение от приложенных к нему четырех моментов: M_1, M_2, M_3 и M_4 (рис.4).

. Требуется:

- 1) построить эпюру крутящих моментов;
- 2) определить размеры поперечного сечения валика из условий прочности и жесткости (для схем с прямоугольным сечением принять $h/b = 1,5$);
- 3) показать распределение касательных напряжений в поперечных сечениях;
- 4) построить эпюру углов закручивания.

Данные взять из табл. 4.

Модуль упругости при сдвиге для материала валика $G = 8 \cdot 10^4$ МПа; допускаемое значение угла закручивания $[\Theta] = 1,8$ °/м.

Таблица 4

№ строки	Схема № по рис. 6	Расстояние, м			Моменты, Н·м				[τ], МПа
		<i>a</i>	<i>c</i>	<i>l</i>	M_1	M_2	M_3	M_4	
1	1	0,11	0,11	0,11	2100	2100	2100	2100	35
2	2	0,12	0,12	0,12	2200	2200	2200	2200	40
3	3	0,13	0,13	0,13	2300	2300	2300	2300	45
4	4	0,14	0,14	0,14	2400	2400	2400	2400	50
5	5	0,15	0,15	0,15	2500	2500	2500	2500	55
6	6	0,16	0,16	0,16	2600	2600	2600	2600	60
7	7	0,17	0,17	0,17	2700	2700	2700	2700	65
8	8	0,18	0,18	0,18	2800	2800	2800	2800	70
9	9	0,19	0,19	0,19	2900	2900	2900	2900	75
0	0	0,10	0,10	0,10	2000	2000	2000	2000	80
	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>z</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>e</i>

На рис.4 слева указаны номера схем и форма поперечного сечения валика (для прямоугольных сечений: h – высота, b – ширина сечения).

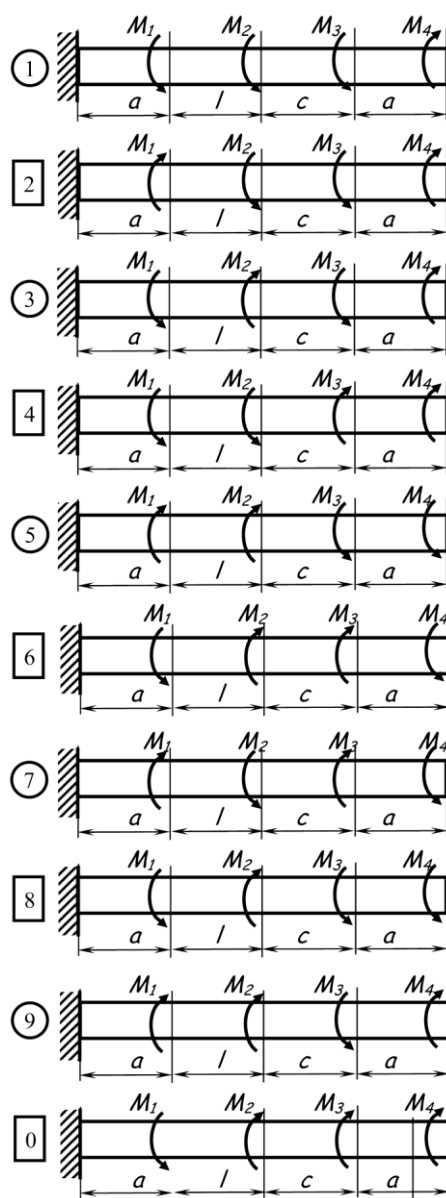


Рис. 4

Задача 4

ИЗГИБ БАЛОК

Для схем балок I, II (рис.5,6) требуется:

1. Вычертить расчетные схемы, указав числовые значения размеров и нагрузок;
2. Вычислить опорные реакции (схема II) и проверить их;
3. Составить аналитические выражения изменения изгибающего момента M_x и поперечной силы Q_y на всех участках балок;
4. Построить эпюры изгибающих моментов M_x и поперечных сил Q_y , указав значения ординат во всех характерных сечениях участков балок;

5. Руководствуясь эпюрами изгибающих моментов, вычертить приблизительный вид изогнутых осей балок;
6. Определить положения опасных сечений и из условия прочности подобрать поперечные размеры балок:
 - а) для схемы I - круг диаметром d при допускаяемом сопротивлении $[\sigma] = 280$ МПа (сталь);
 - б) для схемы II - двутавровое (ГОСТ 8239-72) при допускаяемом напряжении $[\sigma] = 200$ МПа (сталь).

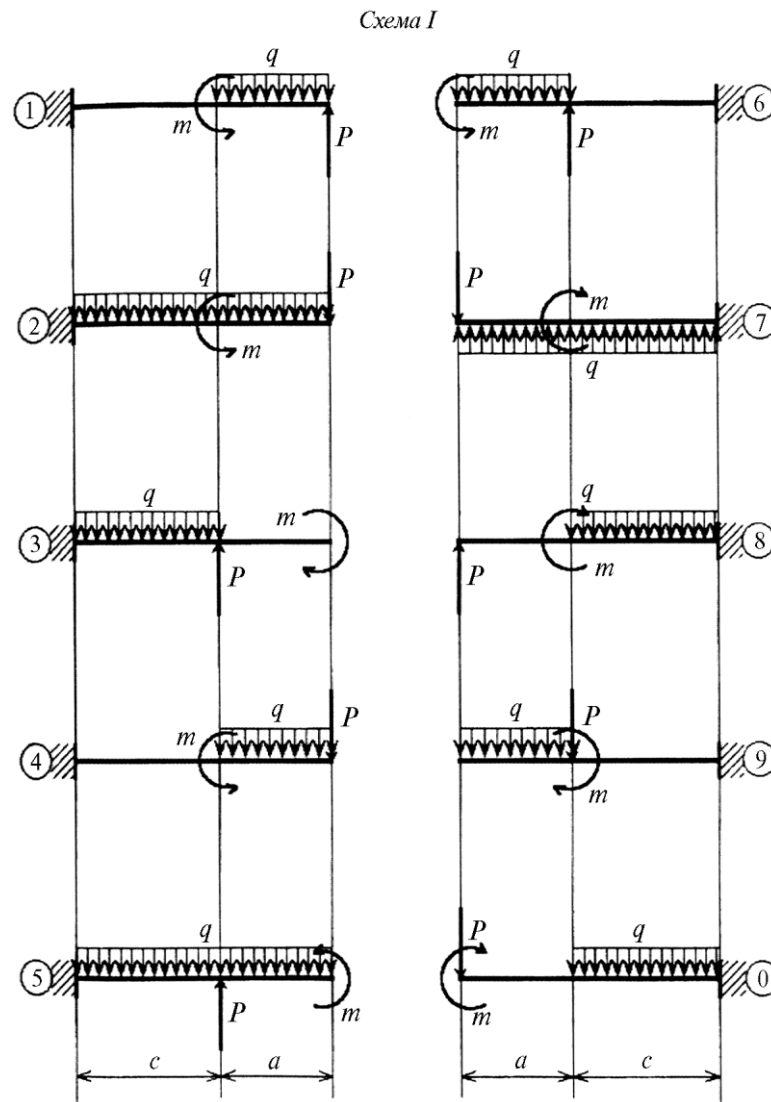


Рис. 5

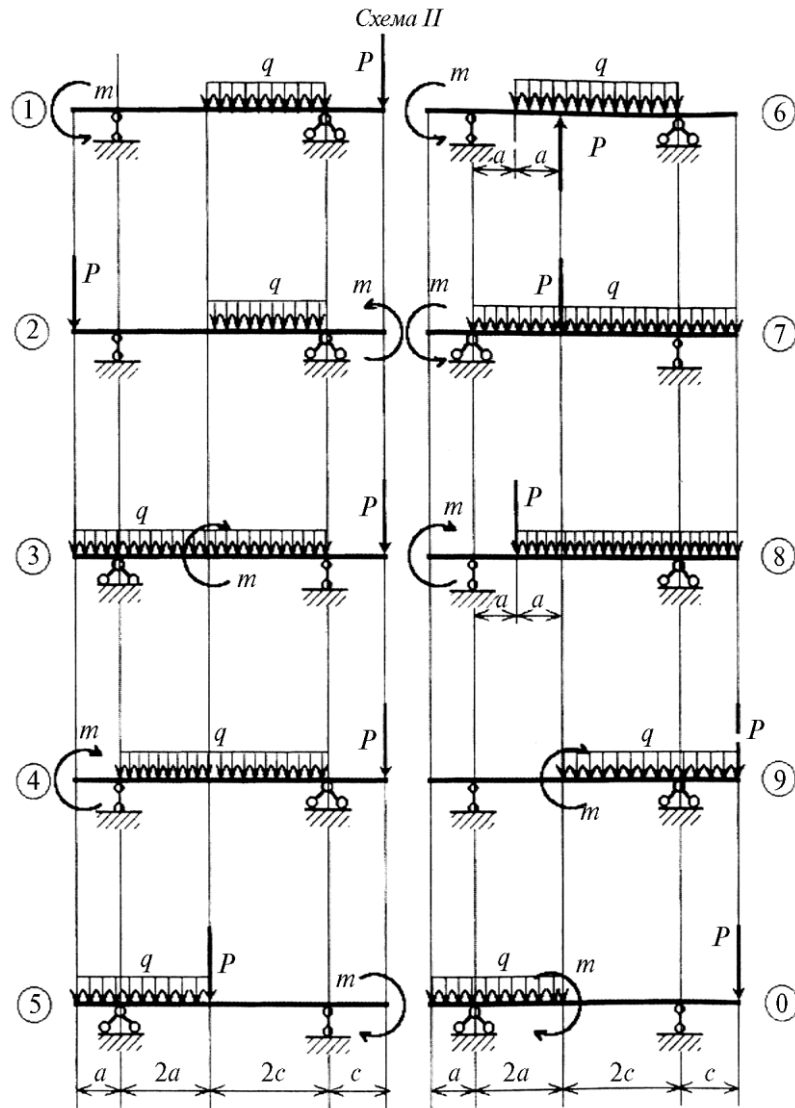


Рис. 6

Исходные данные взять из табл.5.

Таблица 5

Номер строки	Схема I	Схема II	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	1,1	1,6	0,1	1,5	16
7	7	7	1,3	1,0	0,3	2,0	11
8	8	8	1,5	1,8	0,5	1,0	9
9	9	9	1,7	2,4	0,7	2,5	7
0	0	0	1,9	2,0	0,9	0,5	5
	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>е</i>	<i>з</i>	<i>в</i>	<i>в</i>	<i>д</i>

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Задача 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПРИ ИЗГИБЕ

Для схемы II балки, показанной на рис.6, требуется по формуле Мора определить:

1. Вертикальное перемещение центра сечения, где приложен сосредоточенный момент;
2. Вертикальное перемещение центра сечения, где приложена сосредоточенная сила;
3. Угол поворота сечения, где приложен сосредоточенный момент;
4. Вычертить приближенный вид изогнутой оси балки.

Задача 6

СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ИЗГИБА И КРУЧЕНИЯ

Стальной вал постоянного сечения вращается с постоянной угловой скоростью совершая n об/мин, и передает мощность N кВт (рис.7).

Требуется для стального вала, две проекции чертежа которого показаны на рис. 7, при заданном коэффициенте прочности $n_T = 1,5$:

1. Определить нагрузки, действующие на вал;
2. Построить эпюры изгибающих моментов в двух плоскостях (вертикальной и горизонтальной) и эпюру крутящих моментов;
3. Подобрать диаметр вала, используя третью теорию прочности (теорию наибольших касательных напряжений).

Исходные данные взять из табл. 6 и табл. 7.

Таблица 6

Номер строки	Номер схемы	Размеры, м					N, кВт	n, об/мин	Марка стали
		a	b	c	D ₁	D ₂			
1	1	0,5	0,3	0,3	0,4	0,6	20	300	10
2	2	0,4	0,5	0,5	0,2	0,6	15	400	20
3	3	0,3	0,7	0,3	0,3	0,5	10	350	25
4	4	0,4	0,3	0,5	0,2	0,4	16	200	3
5	5	0,6	0,8	0,4	0,4	0,6	18	250	30
6	6	0,4	0,5	0,3	0,3	0,6	12	700	35
7	7	0,5	0,3	0,3	0,2	0,5	14	500	4
8	8	0,6	0,4	0,5	0,3	0,5	20	600	10
9	9	0,4	0,6	0,3	0,4	0,5	15	400	3
0	10	0,8	0,4	0,7	0,3	0,6	17	200	30
	<i>e</i>	<i>д</i>	<i>б</i>	<i>e</i>	<i>e</i>		<i>a</i>	<i>e</i>	<i>д</i>

Таблица 7
Механические характеристики сталей

Марка стали	Предел текучести σ_T , МПа
3	250
4	280
10	250
20	250
25	280
30	300
35	320

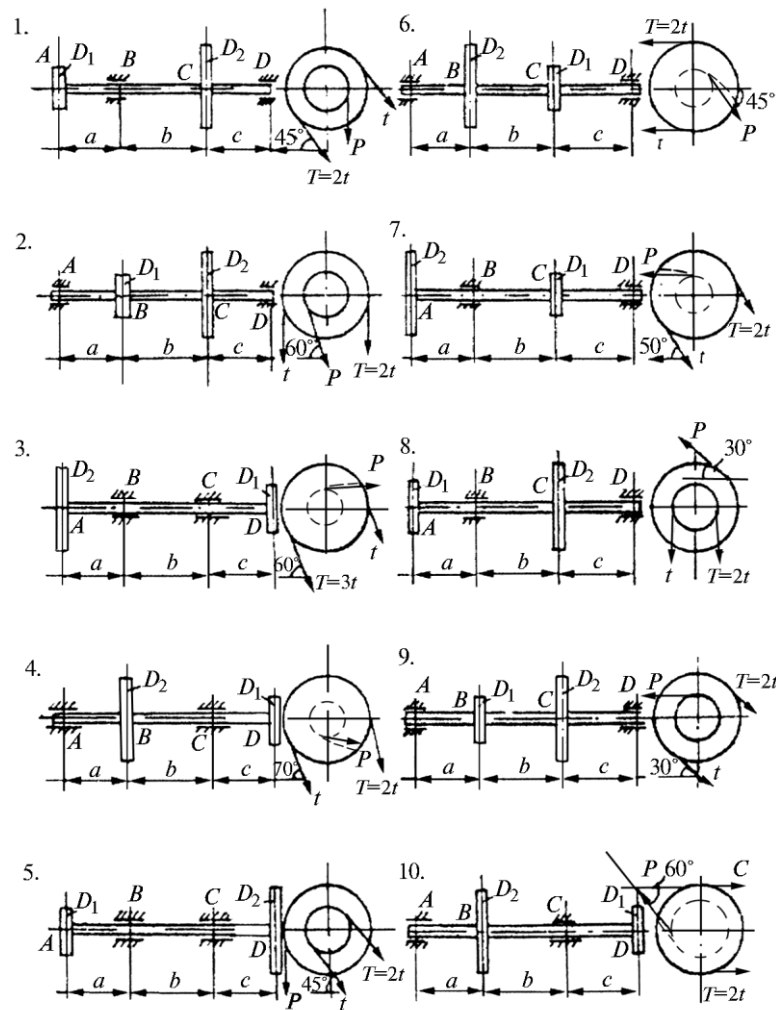


Рис. 7

Методические указания к задаче 6

Равномерно вращающийся вал можно условно рассматривать находящимся в равновесии и рассчитывать на прочность по определенной теории (в условии задачи предполагается применить теорию наибольших касательных напряжений).

Нагружение вала представляется как кручение и изгиб в двух ортогональных плоскостях (косой изгиб). Принцип независимости действия сил позволяет рассматривать сложное

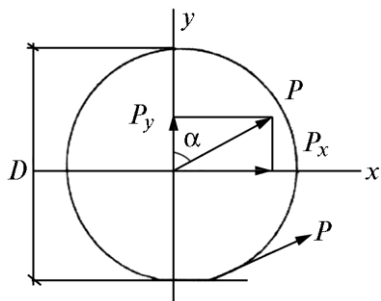
сопротивление как результат сложения трех простых, т.е. кручения и двух ортогональных плоских изгибов. При этом поперечные силы при проверке прочности не учитываются.

Расчет вала на статическую прочность начинается с определения нагрузок, действующих на него. Зная величину передаваемой мощности N и число оборотов в минуту n , можно определить величину крутящего момента, действующего на участке вала между шкивами, по формуле

$$M_{\kappa} = \frac{30 N}{\pi n}; \quad 1 \text{ кВт} = 1 \text{ кНм/с.} \quad (1)$$

Нагрузки на вал передаются через шкивы, шестерни и другие детали. По величине крутящего момента вычисляются окружные усилия. Затем они приводятся к оси вала (при этом получается закручивающий момент M_{κ}). Реальные условия закрепления заменяются в запас прочности на шарнирные опоры. Наклонные силы раскладываются на вертикальные и горизонтальные составляющие.

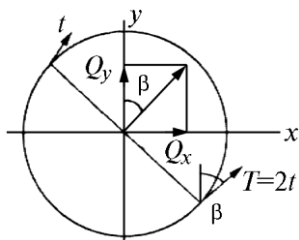
а) Усилия, передающиеся на вал через шестерню зубчатого зацепления



$$M_{\kappa} = P \frac{D}{2}; \quad P = \frac{2M_{\kappa}}{D};$$

$$P_y = P \cos \alpha; \quad P_x = P \sin \alpha \quad (2)$$

б) Усилия, передающиеся на вал через шкив ременной передачи



$$M_{\kappa} = T \frac{D}{2} - t \frac{D}{2} = t \frac{D}{2}; \quad t = \frac{2M_{\kappa}}{D};$$

$$Q = 3t; \quad (3)$$

$$Q_y = Q \cos \beta; \quad Q_x = Q \sin \beta$$

Силы, действующие на вал, вызывают изгиб в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Для расчета вала на прочность следует построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной (M_x) и горизонтальной (M_y) плоскостях и эпюру крутящих моментов M_{κ} .

Для вала постоянного поперечного сечения опасными будут те сечения, где возникает самый большой результирующий изгибающий момент $M_u = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$.

Задача 7

ПРОДОЛЬНЫЙ ИЗГИБ СТЕРЖНЕЙ

Стальной стержень длиной l сжимается продольной силой P (рис.8).
Требуется:

1. Подобрать поперечные размеры стержня при заданном допускаемом напряжении на сжатие $[\sigma] = 160 \text{ МПа} = 160000 \text{ кН/м}^2$ (расчет проводить методом последовательных приближений по коэффициенту φ , пользуясь при этом табл. 9);¹
2. Найти величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости $[n_y]$;
3. Вычертить поперечное сечение стойки в масштабе 1: 1.

Исходные данные для выполнения задачи взять из табл. 8.

Таблица 8

Номер строки	Номер схемы	P , кН	l , м	Материал
1	1	10,00	0,5	Ст 3
2	2	9,50	0,65	Ст 5
3	3	8,50	0,4	Ст 3
4	4	7,00	0,55	Ст 5
5	5	7,50	0,45	Ст 3
6	6	9,00	0,6	Ст 5
7	7	8,00	0,7	Ст 3
8	8	6,00	0,75	Ст 5
9	9	6,50	0,85	Ст 3
0	10	5,50	0,95	Ст 5
	e	d	z	b

Таблица 9

Сталь Ст 3		Сталь Ст 5	
λ	φ	λ	Φ
0	1,00	0	1,00
20	0,97	20	0,96
40	0,92	40	0,90
60	0,86	60	0,80
70	0,81	70	0,74
80	0,75	80	0,67
90	0,69	90	0,59
100	0,60	100	0,50
110	0,52	110	0,43
120	0,45	120	0,37
140	0,36	140	0,28
160	0,29	160	0,23
180	0,23	180	0,19
200	0,19	200	0,15
220	0,16	220	0,13

¹ Допускается использование других подобных таблиц из учебников и справочников.

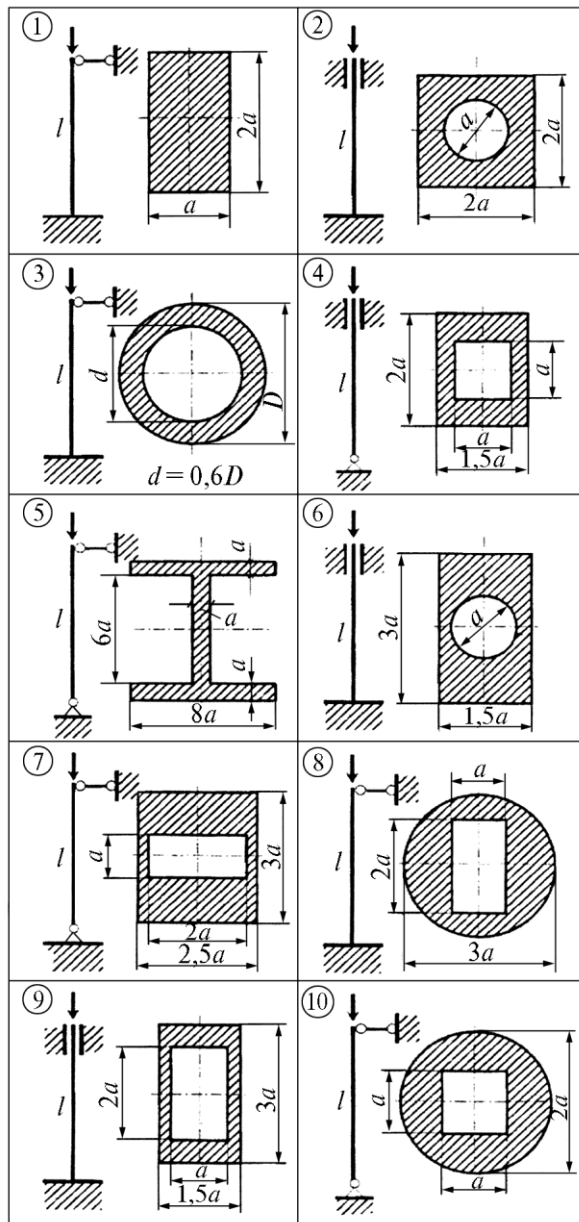


Рис. 8

Задача 8

РАСЧЕТ КЛАПАННОЙ ПРУЖИНЫ

Клапанная пружина имеет размеры: средний диаметр витка – D , диаметр проволоки пружины – d (рис.9). Сила, сжимающая пружину при закрытии клапана – P_{\min} , сила, сжимающая пружину в момент полного открытия клапана – P_{\max} . Материал проволоки пружины – хромованадиевая сталь, имеющая следующие механические характеристики: предел текучести – τ_T , предел выносливости при симметричном цикле – τ_{-1} , предел выносливости при отнулевом (пульсирующем) цикле – τ_0 .

Пружина имеет эффективный коэффициент концентрации напряжений k_τ , коэффициент влияния качества обработки поверхности β и масштабный коэффициент ε_τ .

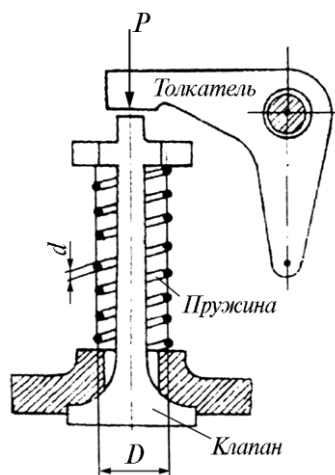


Рис. 9

Требуется:

1. Определить максимальное τ_{\max} и минимальное τ_{\min} напряжения в проволоке пружины и вычислить коэффициент асимметрии цикла R ;
2. Найти среднее τ_m и амплитудное τ_a напряжения цикла;
3. Построить в масштабе схематизированную диаграмму предельных амплитуд (в осях τ_a и τ_m), используя механические характеристики стали τ_{-1} , τ_0 и τ_T ;
4. Вычислить коэффициент запаса прочности и сравнить его с коэффициентом, полученным по диаграмме предельных амплитуд (графически).

Исходные данные взять из табл. 10.

Таблица 10

Номер строки	D , м	d , м	P_{\max} , Н	P_{\min} , Н	τ_T , МПа	τ_{-1} , МПа	τ_0 , МПа	Коэффициенты		
								k_τ	β	ε_τ
1	0,040	0,0036	240	60	900	460	780	1,05	0,85	0,99
2	0,041	0,0037	230	65	910	470	790	1,06	0,84	0,98
3	0,042	0,0038	220	70	920	480	800	1,07	0,83	0,97
4	0,043	0,0039	210	75	930	490	810	1,08	0,82	0,96
5	0,044	0,0040	200	80	940	500	820	1,09	0,81	0,95
6	0,045	0,0041	190	85	900	460	780	1,05	0,85	0,99
7	0,046	0,0042	180	90	910	470	790	1,06	0,84	0,98
8	0,047	0,0043	170	95	920	480	800	1,07	0,83	0,97
9	0,048	0,0044	160	100	930	490	810	1,08	0,82	0,96
0	0,050	0,0045	150	105	940	500	820	1,09	0,81	0,95
	<i>a</i>	<i>e</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>

Методические указания к решению задачи 8

Подсчет напряжений в проволоке пружины (п.1) следует производить по формуле

$$\tau = k \frac{8PD}{\pi d^3},$$

где $k = \frac{4C_I + 1}{4C_I - 4}$ - коэффициент, учитывающий кривизну витка и нелинейное распределение

касательных напряжений в поперечном сечении витка; $C_I = \frac{D}{d}$.

При выполнении п.п. 3 и 4 задания необходимо:

1. Вычислить величины: $\psi = \frac{2\tau_{-1} - \tau_0}{\tau_0}$; $k_D = \frac{k_\tau}{\beta \varepsilon_\tau}$;
2. Задаться прямоугольной системой координат τ_m, τ_a с началом в точке О (0;0), в которой по оси абсцисс откладываются значения средних напряжений τ_m , а по оси ординат – значения амплитуд напряжений τ_a ;

3. Вычислить значения координат точки В

$$a = \frac{k_D \tau_T - \tau_{-1}}{k_D - \psi}; \quad b = \frac{\tau_{-1} - \psi \tau_T}{k_D - \psi};$$

4. С помощью выбранной системы координат нанести точки

$$A\left(0, \frac{\tau_{-1}}{k_D}\right), \quad B(a, b), \quad C(\tau_T, 0) \in M(\tau_m, \tau_a);$$

5. Соединить прямыми точки А с В, В с С, а через точку М из начала координат провести луч OMN;
6. При расположении точки N на прямой АВ коэффициент запаса прочности по отношению к усталостному разрушению аналитически вычисляется по формуле

$$n_R = \frac{\tau_{-1}}{\psi \tau_m + k_D \tau_a};$$

7. При расположении точки N на прямой ВС коэффициент запаса прочности по отношению к условию статической прочности вычисляется по формуле

$$n_T = \frac{\tau_T}{\tau_m + \tau_a};$$

8. По диаграмме предельных амплитуд эти коэффициенты могут быть вычислены графически из соотношения

$$n = \frac{ON}{OM}.$$

Д-р ф.-м. наук, профессор Локтев А.А.
Канд. техн. наук, профессор Кузьмин Л.Ю.

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Задания на контрольные работы