



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Сопротивление материалов»

## **Практикум**

о выполнении расчетно-графической  
работы на тему  
«Плоское напряжённое состояние»  
по дисциплине

# **«Сопротивление материалов»**

Автор  
Кадомцева Е. Э.

Ростов-на-Дону, 2019

## Аннотация

Практикум предназначен для обучающихся по специальности 08.05.01 - «Строительство уникальных зданий и сооружений». Могут быть использованы студентами других направлений подготовки очной и заочной форм обучения.

Содержатся индивидуальные данные, расчетную схему и контрольные вопросы по теме «Плоское напряжённое состояние»

## Автор

к.т.н., доцент кафедры «Соппротивление материалов» Кадомцева Е.Э.



## Оглавление

<b>Методические указания о порядке выполнения расчетно-графической работы .....</b>	<b>4</b>
<b>Задания, индивидуальные данные и расчетные схемы задач.....</b>	<b>5</b>
<b>Вопросы.....</b>	<b>10</b>
<b>Литература.....</b>	<b>11</b>

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ О ПОРЯДКЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

- Вариант работы выбирается (табл.1, табл.2) по усмотрению преподавателя.
- Расчетно-графическая работа оформляется на листах формата А-4.
- Чертежи выполняются в избранном студентом масштабе с указанием основных размеров и величин.
- Оформляется титульный лист, все листы скрепляются (сшиваются) по левой (длинной) границе на расстоянии 1см от среза листа.

## ЗАДАНИЯ, ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ ЗАДАЧ.

### Задача №1

Прямая задача при плоском напряжённом состоянии (рис.1а, данные берутся в табл. 1)

1. Определить нормальные напряжения  $\sigma_\alpha$ ,  $\sigma_\beta$  и касательные напряжения  $\tau$  на площадках элемента, наклонённого к главной площадке под углом  $\alpha$ , графически показать напряжённое состояние на площадках этого элемента.

2. Определить площадки, на которых возникают  $\tau_{max}$ , определить

величины  $\tau_{max}$ ,  $\sigma_\alpha$  и  $\sigma_\beta$ , возникающие на этих площадках. Графически показать напряжённое состояние на площадке этого элемента.

### Задача №2

Обратная задача при плоском напряжённом состоянии (рис. 2 а, данные берутся в табл. 1)

Определить направление главных площадок.

Определить величины главных напряжений  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ .

Графически показать напряжённое состояние в точке.

### Задача №3

Напряжённое состояние при плоском изгибе (рис. 2 а, рис. 2б, данные по табл.2)

Рисунок задаёт преподаватель.

Построить эпюры  $Q(x)$  и  $M(x)$  по «Правилам контроля и построения эпюр».

Проверить прочность балки. Для балки на рис. 2а допустимое напряжение

$[\sigma] = 160$  МПа, для балки на рис. 2б допустимое напряжение  $[\sigma] = 10$  МПа.

Если  $\sigma_{max} > [\sigma]$ , подобрать размеры поперечного сечения. Для деревянной балки прямоугольного поперечного сечения взять отношение сторон  $h / b = 2$ .

В опасном сечении построить эпюры  $\sigma, \tau, \sigma_1, \sigma_2$ .

В опасном сечении определить положение главных площадок и главные напряжения  $\sigma_1, \sigma_2$  в точках  $z = \pm h/2; z = \pm h/4; z = 0$  и графически показать напряжённое состояние элемента в этих точках.

### Задача №4

Напряжённое состояние при кручении (рис. 3, данные по таблице 1. 1. Построить эпюры крутящих моментов.

2. Проверить прочность вала  $[\tau] = 80 \text{ МПа}$  (сталь).

3. Если  $\tau_{\text{max}} > [\tau]$ , подобрать радиус поперечного сечения  $R$  из условия прочности.

4. Графически показать напряжённое состояние элементов вала на поверхности в опасном сечении.

### Задача №5.

Напряжённое состояние при одноосном растяжении-сжатии.

(рис. 4, данные по табл. 2)

1. Построить эпюру продольных усилий  $N$ .

2. Построить эпюру нормального напряжения  $\sigma$  вдоль оси стержня.

3. В опасном сечении найти  $\sigma_\alpha, \sigma_\beta$  и  $\tau$  на площадках, наклонённых к

поперечному сечению под углом  $\alpha$ . ( $\alpha$  взять из таблицы 1)

Графически показать напряжённое состояние элемента в опасном сечении с нормалью, составляющей угол  $\alpha$  с нормалью поперечного сечения.

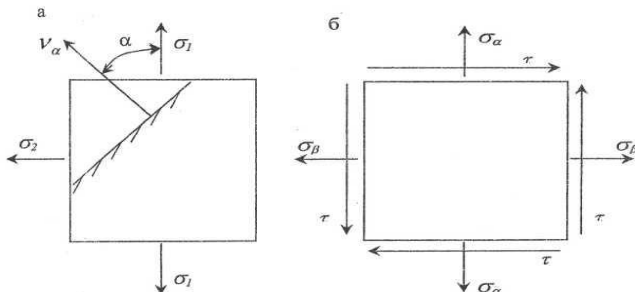


Рис.1

Таблица 1

## Сопротивление материалов

№ ЦП	Буквы фамили и	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\alpha$	$\sigma_A$	$\sigma_B$	$\tau$
		МПа	МПа	град	МПа	МПа	МПа
		1-я		2-я	3-я	4-я	5-я
1	А	100	-180	10		100	100
2	Б	170	-120	20	-100	200	100
3	В	180	-140	30	200	170	по
4	Г	120	-130	40	-200	190	120
5	Д	120	130	40	20	180	130
6	Е	160	140	50	-20	210	140
7	Е	170	120	50	60	-160	120
8	Ж	180	160	60	-60	-200	160
9	З	-100	-160	60	70	-170	170
10	И	-160	-180	70	-70	-190	-20
11	И	-120	-120	70	120	-180	-60
12	К	-140	-110	80	-120	-210	-70
13	Л	140	110	80	80	60	-80
14	М	130	100	90	-80	70	-90
15	Н	120	100	10	70	80	-100
16	О	110	80	20	-70	90	-110
17	П	100	20	30	110	100	-120
18	Р	100	-20	40	-110	110	-130
19	С	160	-20	51	120	120	-140
20	Т	170	100	52	-120	-60	-120
21	У	-100	-20	61	210	-70	-160
22	Ф	100	60	62	-210	-80	-170
23	Х	200	-100	71	160	-90	20
24	Ц	200	-20	72	-160	-100	60
25	Ч	160	110	81	120	-110	70
26	Ш	100	-160	82	-120	-120	80
27	Ш	120	-100	85	60	20	90
28	Ъ	160	-110	84	-60	40	90
29	Ь	110	-80	16	70	20	20
30	Ы	100	-20	22	-70	-20	60
31	Э	90	20	24	80	-40	70
32	Ю	80	-20	32	-80	-20	80
33	Я	70	-10	36	90	-20	120

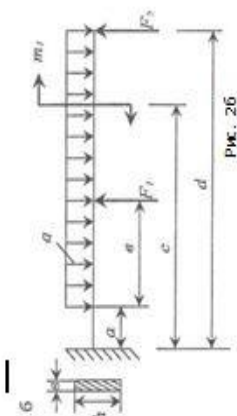


Рис. 26

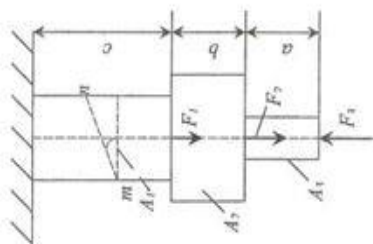


Рис. 4

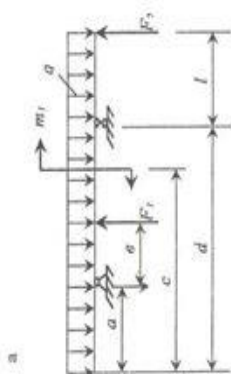


Рис. 2а

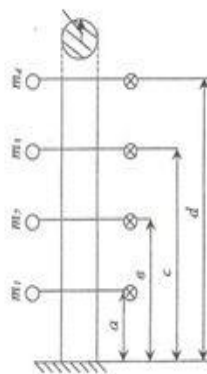


Рис. 3



## Соппротивление материалов

Таблица 2.

№ п/п	Буквы фамилии	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$q$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$a$	$b$	$c$	$d$	$e$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$h$	$b$	$R$	$N_0$
		кН	кН	кН	кН/м	кНм	кНм	кНм	кНм	м	м	м	м	м	м	см	см	см	см	см	см
		1-я				2-я				3-я				4-я			2-я		4я	5-я	
1	А	10	25	-10	10	10	-20	30	10	1	1	3	6	1	10	20	10	12	3	1,5	10
2	Б	9	24	-9	9	-10	20	29	11	2	2	5	6	1	10	15	5	24	6	2	13
3	В	8	23	-8	8	9	-19	28	12	1	1	4	4	1	10	15	10	9	3	2,5	14
4	Г	7	0	-7	7	-9	19	27	13	0	1	2	3	2	20	10	10	18	9	3	16
5	Д	6	22	-6	6	8	-18	26	14	1	1	2	4	1	20	15	10	15	5	3,5	18
6	Е	5	21	0	5	-8	18	25	15	0	2	3	4	1	10	15	15	30	6	4	20
7	Е	4	20	-4	-28	7	-17	24	16	1	1	2	3	1	10	10	20	21	7	4,5	22
8	Ж	3	19	-3	27	-7	17	23	17	2	1	3	4	1	20	10	20	6	2	5	24
9	З	2	0	-2	26	6	-16	22	18	0	1	1	3	2	10	5	20	12	3	5,5	27
10	И	3	-25	20	25	-6	16	21	19	1	3	2	5	1	10	20	20	18	6	1,5	30
11	И	4	-24	30	-24	5	-15	20	20	2	1	3	4	1	30	10	30	24	3	2	33
12	К	5	-23	0	23	-5	15	19	21	0	2	1	4	1	10	20	30	27	9	2,5	36
13	Л	6	0	30	22	20	-14	18	22	0	2	3	5	0	20	10	30	30	5	3	40
14	М	7	-22	19	21	-20	14	17	23	1	1	3	6	1	15	20	15	12	6	3,5	45
15	Н	8	-21	10	-20	19	-13	16	24	2	2	5	6	1	40	10	10	24	8	4	50
16	О	9	-20	20	19	-19	13	15	23	1	1	4	4	1	10	40	10	9	3	4,5	10
17	П	10	-19	19	18	18	-12	14	22	0	1	2	3	2	15	15	10	18	6	5	12
18	Р	11	0	30	-17	-18	12	13	21	0	1	2	4	0	15	15	40	15	5	5,5	14
19	С	12	10	0	16	17	-11	12	19	0	1	2	4	1	15	10	20	30	6	1,5	16
20	Т	13	9	10	15	-17	11	-11	20	2	1	3	4	1	15	20	15	21	7	2	18
21	У	14	8	9	14	16	-10	10	18	1	1	2	4	1	20	30	10	27	9	2,5	20
22	Ф	15	7	-7	-13	-16	10	-10	17	1	1	3	6	1	10	20	30	6	2	3	22
23	Х	16	0	10	12	15	-9	9	16	0	1	2	5	0	30	10	30	12	6	3,5	24
24	Ц	17	6	0	11	-15	9	20	15	0	1	3	4	1	20	15	20	24	8	4	27
25	Ч	18	5	9	-10	14	-8	-21	14	2	4	3	6	1	15	20	20	9	3	4,5	30
26	ш	19	11	10	9	-14	8	19	13	2	2	5	6	1	15	10	20	18	6	5	33
27	Щ	20	12	0	15	13	-7	-19	12	0	1	3	4	2	40	10	40	15	5	5,5	36
28	Ъ	19	-14	10	14	-13	7	18	11	1	1	2	3	1	30	10	30	30	6	1,5	40
29	Ь	18	-15	0	-13	12	-6	-18	10	2	1	3	4	1	10	20	10	21	7	2	45
30	Ы	17	0	14	12	-12	6	17	20	0	1	2	5	0	15	40	30	27	3	2,5	50

## Сопротивление материалов

31	Э	16	20	15	-11	11	-5	-17	-20	1	2	3	6	1	15	10	15	6	2	3	10
32	Ю	15	21	10	-10	-11	5	16	-35	2	1	3	4	1	10	10	20	12	4	3,5	12
33	Я	14	22	0	9	10	-10	-16	35	0	1	2	6	1	40	30	40	18	9	4	14

**ВОПРОСЫ.**

1. Что называется напряжением?
2. Какие виды напряжений используются в сопротивлении материалов?
3. Что называется нормальным напряжением?
4. Что называется касательным напряжением?
5. Как найти полное напряжение и его направление?
6. Какие напряжения называются главными?
7. Что называется объёмным, плоским и линейным напряжённым состоянием в точке?
8. Какие напряжения определяются в прямой задаче напряжённого состояния в точке?
9. Какие напряжения находятся в обратной задаче напряжённого состояния в точке?
10. Запишите формулы определения напряжений на наклонной площадке.
11. Запишите формулы определения главных напряжений .
11. Как определить положение главных площадок?
12. Каким является напряжённое состояние в точке при плоском изгибе?
13. Каким является напряжённое состояние в точке при одноосном растяжении- сжатии?
14. Каким является напряжённое состояние в точке при кручении стержней круглого поперечного сечения?
15. В каких точках поперечного сечения возникает чистый сдвиг при плоском изгибе?
16. В каких точках поперечного сечения возникает одноосное напряжённое состояние?
17. На каких площадках возникает максимальное касательное напряжение?

## ЛИТЕРАТУРА.

1. Сопротивление материалов (с основами строительной механики) [Текст] : учебник / Варданян, Гумедин Суменович ; Г. С. Варданян, Н. М. Атаров, А. А. Горшков; Под ред. Г. С. Варданяна. - Изд. испр. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 505 с. : ил. - (Высшее образование). - Доп. Мин - вом образования РФ. - Учеб. изд. - Прил. - Сп. лит.: с.500

2. Сборник задач по сопротивлению материалов [Текст] : Учебное пособие для студентов вузов / Под ред. В. К. Качурина; Авт.: Н. М. Беляев и др. - Изд.2-е, испр.; Репринтное изд. - М. : Альянс, 2014. - 429 с. : ил. - Доп. Мин. высш. и сред. спец. образования СССР; Прил. - ISBN 978-5-903034-39-1 : В пер.:7

3. Сопротивление материалов : Учебник для студ. строит. спец. вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; Под ред. А. В. Александрова. - 6-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 56 2.

4. Справочник для студентов технических вузов: Высшая математика. Физика. Теоретическая механика. Сопротивление материалов [Текст] / А. Д. Полянин и др. - 3-е изд. - М. : АСТ: Астрель, 2008. - 735 с. - ISBN 978-5-17-030740-1; 978-5-271-11602-5 : В пер.: 240-00. 0 с. : ил. - ISBN 978-5-06-003732-6 : В пер.:1005-00.

5. Справочник по сопротивлению материалов / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В. Матвеев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Киев : Дельта, 2008. - 813 с. : ил. - Исп. лит.: с.799-800. - ISBN 978-966-8797-29-3 :

В пер.: 2400-00.