

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

С.П. Борисов, Т.Н. Хромых

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

ПОСОБИЕ

по выполнению контрольных домашних заданий

*для студентов II курса
направления 162300
дневного обучения*

Москва - 2014

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

Кафедра технической механики
С.П. Борисов, Т.Н. Хромых

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

ПОСОБИЕ

по выполнению контрольных домашних заданий

для студентов II курса
направления 162300
дневного обучения

Москва 2014

Рецензент доктор технических наук, профессор Н.А. Бородин

Борисов С.П., Хромых Т.Н.

Сопротивление материалов: Пособие по выполнению контрольных домашних заданий. – М.:МГТУ ГА, 2014.

Данное пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Сопротивление материалов» по Учебному плану для студентов II курса направления 162300 дневного обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 05.11.13 г. и методического совета по направлению 19.11.13 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данные домашние задания содержат расчетно-графические работы, выполняемые студентами МГТУ ГА в соответствии с программой курса «Соппротивление материалов».

В зависимости от отводимого для выполнения задания времени можно изменять содержание и объём подлежащих решению задач.

Это достигается путем исключения некоторых задач из заданий, а также сокращением объема задач, подлежащих решению. Количество и содержание индивидуальных задач устанавливается кафедрой в зависимости от объема курса.

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельное выполнение заданий является наиболее эффективным способом усвоения изучаемых дисциплин. При этом развивается самостоятельность и инициатива, вырабатывается умение решать задачи и уверенность в полученных результатах, умение использовать вычислительную технику при решении задач.

В каждом семестре студентам выдаётся по одному заданию, сроки выполнения и содержание которых устанавливаются кафедрой.

ПОРЯДОК ВЫДАЧИ И ПРИЕМА ЗАДАНИЙ

Выдача, консультации и приём задания проводятся преподавателем, ведущим семинарские занятия.

Перед выдачей задания преподаватель знакомит студентов с содержанием и целью задания, сообщает порядок оформления задания в соответствии со стандартом предприятия и приёма заданий, устанавливает дни и часы консультаций по заданию.

В результате проверки задания преподаватель должен убедиться, что задание выполнено в соответствии с требованиями стандарта и самостоятельно. Для этого в процессе приема заданий студентам могут быть предложены вопросы и задачи на соответствующие разделы курса. Если задание выполнено правильно, но объяснение не убедительно, то студенту назначается повторная сдача.

Принятые задания подписываются преподавателем и сохраняются до сдачи экзамена по данным разделам курса.

Студентам, проявившим повышенный интерес к сопротивлению материалов, могут выдаваться усложнённые и дополнительные задачи.

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

Задание выполняется на бумаге форматом А4. Оформляется задание в соответствии с требованиями стандарта предприятия СТП ПЗ221-208-85.

На первой странице задания приводится только условие задачи и все данные, включая расчётные схемы и другие чертежи.

Текстовая часть задания выполняется печатным шрифтом или чернилами, а графическая – с помощью графической программы или карандашом, в тексте или на вкладных листах.

Для заданного стержня:

1. Построить эпюру продольных сил.
2. Выбрать расчетную схему, разделив стержень на участки с различными усилиями и жесткостью.
3. Подобрать диаметры сечений (d_1, d_2, d_3) из условия прочности по заданным σ_T или σ_B и $[n]$, обеспечив соотношение $d_1/d_2 = 1,5$.
4. Построить эпюру нормальных напряжений по длине стержня.
5. Построить эпюру осевых перемещений поперечных сечений стержня относительно верхнего сечения.

Необходимые для расчета данные взять из таблиц исходных данных к задаче №1 и задачам №1 и №2.

Таблицы исходных данных к задаче №1

Варианты 1-99

№ варианта	P_1 кН	P_2 кН	P_3 кН	m	№ варианта	l_1 см	l_2 см	l_3 см	l_4 см	l_5 см
0	-20	10	40	0,6	0	10	16	17	6	8
10	-20	40	30	0,5	1	16	20	10	12	16
20	40	-10	20	0,4	2	40	10	12	15	5
30	-20	50	10	0,7	3	10	20	16	6	10
40	50	10	-20	0,6	4	20	16	10	14	8
50	20	50	-10	0,2	5	16	10	12	13	6
60	30	10	20	0,5	6	15	12	10	9	8
70	10	-20	30	0,3	7	12	22	15	10	14
80	30	-40	20	0,5	8	22	15	12	18	9
90	50	20	-30	0,6	9	15	22	12	11	17

Варианты 100-199

№ варианта	P_1 кН	P_2 кН	P_3 кН	m	№ варианта	l_1 см	l_2 см	l_3 см	l_4 см	l_5 см
100	-10	40	20	0,5	0	22	12	15	14	5
110	-10	20	40	0,6	1	15	25	10	8	10
120	10	-20	50	0,3	2	25	30	15	16	22
130	10	-20	30	0,4	3	30	15	10	20	6
140	-10	20	30	0,5	4	15	30	25	3	16
150	40	10	-20	0,4	5	30	25	15	24	18
160	50	10	20	0,7	6	25	15	17	18	9
170	50	-30	20	0,5	7	20	25	10	10	15
180	-20	40	10	0,6	8	25	30	20	16	12
190	20	-30	50	0,7	9	30	20	15	20	11

Варианты 200-299

№ варианта	P ₁ кН	P ₂ кН	P ₃ кН	m	№ варианта	l ₁ см	l ₂ см	l ₃ см	l ₄ см	l ₅ см
200	-30	50	20	0,7	0	20	20	15	14	18
210	-20	30	-10	0,4	1	30	25	20	16	14
220	30	10	-20	0,5	2	25	20	10	12	12
230	20	30	-10	0,6	3	30	18	14	16	10
240	-10	20	50	0,5	4	18	24	10	10	11
250	-20	50	10	0,3	5	24	30	18	18	18
260	10	-20	50	0,4	6	30	24	18	16	14
270	20	40	-10	0,6	7	24	18	10	18	10
280	10	-20	40	0,5	8	18	30	14	10	22
290	40	20	-10	0,6	9	16	24	12	9	10

Варианты 300-399

№ варианта	P ₁ кН	P ₂ кН	P ₃ кН	m	№ варианта	l ₁ см	l ₂ см	l ₃ см	l ₄ см	l ₅ см
300	50	-20	10	0,7	0	24	32	16	15	18
310	-10	30	20	0,6	1	32	16	18	18	9
320	-20	10	30	0,5	2	16	32	24	9	20
330	-10	30	20	0,7	3	32	24	16	10	11
340	20	50	-30	0,4	4	24	16	20	16	6
350	10	-20	40	0,5	5	40	15	20	32	10
360	40	-20	10	0,4	6	15	20	40	6	12
370	-10	40	20	0,3	7	20	40	15	13	28
380	50	-20	10	0,6	8	40	20	15	24	11
390	10	50	-20	0,5	9	20	15	10	11	6

Варианты 400-499

№ варианта	P ₁ кН	P ₂ кН	P ₃ кН	m	№ варианта	l ₁ см	l ₂ см	l ₃ см	l ₄ см	l ₅ см
400	-20	10	50	0,4	0	16	14	10	9	8
410	20	-10	60	0,7	1	18	32	24	10	18
420	-20	10	20	0,5	2	32	24	18	22	14
430	10	30	-20	0,6	3	24	18	22	10	9
440	20	40	-10	0,3	4	18	24	22	9	16
450	30	20	-10	0,2	5	24	32	18	13	20
460	50	-20	10	0,5	6	32	18	20	22	10
470	40	20	-10	0,7	7	14	22	10	8	16
480	50	-30	20	0,4	8	22	30	14	12	24
490	30	-20	50	0,6	9	30	14	12	16	6

Таблицы исходных данных к задачам №1 и №2

Варианты 1-99

Варианты	Задача №1					№ вар.	Задача №2
	Наименование материала	Марка материала	σ_T МПа	E МПа	[n]		D/d
0	Сталь	Сталь 10	210	$1,90 \cdot 10^5$	1,4	0	1,2
10	Алюминиевый сплав	АМг-2П	210	$0,7 \cdot 10^5$	1,7	1	1,3
20	Титановый сплав	BT1	470	$1,25 \cdot 10^5$	2,0	2	1,3
30	Сталь	Сталь 20	250	$2,02 \cdot 10^5$	1,5	3	1,4
40	Алюминиевый сплав	АМг-6	170	$0,7 \cdot 10^5$	1,8	4	1,4
50	Магниевый сплав	МА1	140	$0,4 \cdot 10^5$	1,8	5	1,5
60	Сталь	Сталь 3С	300	$2,0 \cdot 10^5$	1,6	6	1,5
70	Алюминиевый сплав	Д1Т	250	$0,71 \cdot 10^5$	1,9	7	1,6
80	Титановый сплав	OT4	550	$1,1 \cdot 10^5$	1,8	8	1,6
90	Сталь	Сталь 40	340	$2,14 \cdot 10^5$	1,7	9	1,7

Варианты 100-199

Варианты	Задача №1					№ вар.	Задача №2
	Наименование материала	Марка материала	σ_T МПа	E МПа	[n]		D/d
100	Алюминиевый сплав	Д6(3)	300	$0,75 \cdot 10^5$	1,4	0	1,7
110	Магниевый сплав	МА3	220	$0,43 \cdot 10^5$	1,7	1	1,6
120	Сталь	Сталь 45	360	$2,04 \cdot 10^5$	1,8	2	1,5
130	Алюминиевый сплав	Д16	290	$0,71 \cdot 10^5$	1,5	3	1,4
140	Титановый сплав	BT8	950	$1,1 \cdot 10^5$	1,6	4	1,3
150	Сталь	Сталь 45	380	$2,20 \cdot 10^5$	1,9	5	1,6
160	Алюминиевый сплав	АК4-1	280	$0,72 \cdot 10^5$	1,5	6	1,5
170	Магниевый сплав	BM65-1	300	$0,43 \cdot 10^5$	1,6	7	1,4
180	Сталь	Сталь 60	410	$2,08 \cdot 10^5$	2,0	8	1,3
190	Алюминиевый сплав	ВД17	330	$0,71 \cdot 10^5$	1,7	9	1,2

Варианты 200-299

Варианты	Задача №1					№ вар.	Задача №2
	Наименование материала	Марка материала	σ_T МПа	E МПа	[n]		D/d
200	Сталь	Сталь 30Г	320	$2,17 \cdot 10^5$	1,4	0	1,3
210	Алюминиевый сплав	АЛ1	170	$0,72 \cdot 10^5$	1,8	1	1,4
220	Титановый сплав	BT3-1	850	$1,15 \cdot 10^5$	1,4	2	1,5
230	Магниевый сплав	МЛ6	110	$0,42 \cdot 10^5$	1,5	3	1,6
240	Сталь	Сталь 40X	650	$2,19 \cdot 10^5$	1,5	4	1,7
250	Алюминиевый сплав	АЛ3	120	$0,7 \cdot 10^5$	1,9	5	1,2
260	Титановый сплав	BT14	850	$1,15 \cdot 10^5$	1,9	6	1,3
270	Сталь	Сталь 1X18H9T	240	$2,0 \cdot 10^5$	1,6	7	1,4
280	Алюминиевый сплав	АЛ19	160	$0,7 \cdot 10^5$	2,0	8	1,5
290	Магниевый сплав	МЛ6 (терм)	140	$0,42 \cdot 10^5$	1,4	9	1,6

Варианты 300-399

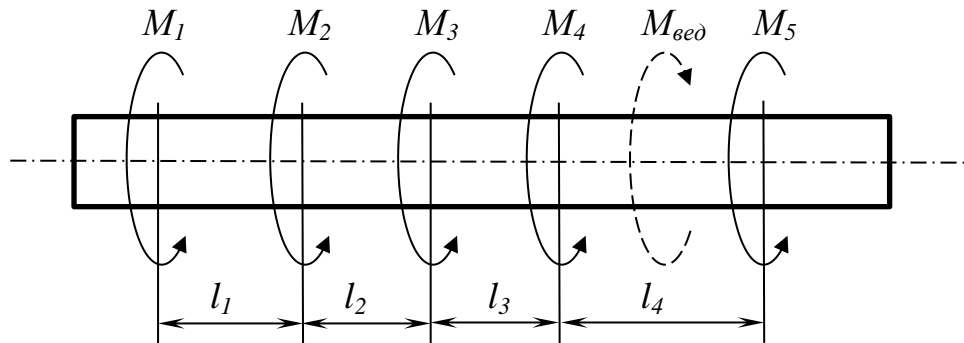
Варианты	Задача №1					[n]	№ вар.	Задача №2
	Наименование материала	Марка материала	$\sigma_B^{\text{раст}}$ МПа	$\sigma_B^{\text{сж}}$ МПа	E МПа			D/d
300	Чугун	СЧ 12-28	120	500	$0,8 \cdot 10^5$	3,0	0	1,5
310	Чугун	СЧ 15-32	150	650	$0,8 \cdot 10^5$	3,1	1	1,6
320	Чугун	СЧ 18-36	180	700	$0,8 \cdot 10^5$	3,2	2	1,3
330	Чугун	СЧ 21-40	210	950	$0,85 \cdot 10^5$	3,3	3	1,6
340	Чугун	СЧ 24-44	240	1000	$1,1 \cdot 10^5$	3,4	4	1,6
350	Чугун	СЧ 28-48	280	1100	$1,2 \cdot 10^5$	3,5	5	1,4
360	Чугун	СЧ 32-52	320	1200	$1,3 \cdot 10^5$	3,6	6	1,3
370	Чугун	СЧ 35-56	350	1200	$1,45 \cdot 10^5$	3,7	7	1,2
380	Чугун	СЧ 38-60	380	1400	$1,6 \cdot 10^5$	3,8	8	1,5
390	Чугун	Бел. чугун	100	700	$1,6 \cdot 10^5$	3,9	9	1,4

Варианты 400-499

Варианты	Задача №1					[n]	№ вар.	Задача №2
	Наименование материала	Марка материала	$\sigma_B^{\text{раст}}$ МПа	$\sigma_B^{\text{сж}}$ МПа	Е МПа			D/d
400	Стеклотекстолит	СКМ-1	250	160	$2,17 \cdot 10^4$	3,9	0	1,7
410	Стеклотекстолит	ВП-1	145	111	$1,18 \cdot 10^4$	3,7	1	1,6
420	Стеклотекстолит	ДС-50	280	48,5	$1,6 \cdot 10^4$	3,5	2	1,6
430	Стеклотекстолит	СТ-39	265	70	$1,4 \cdot 10^4$	3,3	3	1,5
440	Стеклотекстолит	АГ-4с	500	200	$1,85 \cdot 10^4$	3,1	4	1,4
450	Стеклотекстолит	КАСТ-В	210	71,5	$2,0 \cdot 10^4$	3,8	5	1,4
460	Стеклотекстолит	СВАМ Р-2М	350	450	$2,15 \cdot 10^4$	3,6	6	1,5
470	Стеклотекстолит	27-63с	900	410	$4,0 \cdot 10^4$	3,4	7	1,3
480	Стеклотекстолит	ЭФ-32-301	403	200	$2,2 \cdot 10^4$	3,2	8	1,3
490	Стеклотекстолит	33-18-с	200	150	$2,5 \cdot 10^4$	3,0	9	1,2

Задача №2

Расчетная схема



1. Для вала, нагруженного крутящими моментами M_i и уравновешивающим моментом $M_{вед}$ определить из условия прочности рациональное расположение ведущего шкива, с которого снимается момент $M_{вед}$, и построить эпюру крутящих моментов.

2. Подобрать из условия прочности по допускаемым напряжениям диаметр сплошного вала, если $[\tau] = 80$ МПа.

3. Построить эпюру угловых перемещений по длине вала относительно левого конечного сечения. Принять $G = 8 \cdot 10^4$ МПа.

4. Подобрать из условия прочности по допускаемым напряжениям поперечные размеры вала кольцевого сечения с ориентировочным соотношением диаметров D/d , заданным вариантом задания.

5. Построить эпюры распределения касательных напряжений по радиусам в опасных сечениях сплошного и кольцевого валов.

6. Сравнить веса валов, подобранных по условиям п.п. 2 и 4.

Необходимые для расчета данные взять из таблиц исходных данных к задаче №2 и задачам №1 и №2.

Таблицы исходных данных к задаче №2

Варианты 1-99

№ варианта	M_1 Нм	M_2 Нм	M_3 Нм	l_1 см	l_2 см	№ варианта	M_4 Нм	M_5 Нм	l_3 см	l_4 см
0	1000	500	700	40	35	0	800	2000	60	45
10	2000	400	800	50	30	1	1600	1100	55	35
20	400	2000	800	35	40	2	2000	800	45	50
30	1500	300	600	50	35	3	1100	1600	30	55
40	1200	200	1500	35	40	4	500	1000	45	50
50	500	600	1000	45	40	5	2000	500	50	35
60	800	2000	400	60	30	6	700	1800	45	35
70	1000	700	1600	40	25	7	1800	900	30	30
80	600	1500	300	25	30	8	900	1500	55	20
90	1600	200	1200	35	50	9	1500	600	55	25

Варианты 100-199

№ варианта	M ₁ Нм	M ₂ Нм	M ₃ Нм	l ₁ см	l ₂ см	№ варианта	M ₄ Нм	M ₅ Нм	l ₃ см	l ₄ см
100	700	800	200	38	45	0	1000	5000	60	45
110	300	600	1500	50	32	1	1200	700	40	35
120	600	1500	300	40	37	2	1400	300	45	50
130	1500	300	1100	37	50	3	1600	500	30	45
140	1100	800	1400	42	35	4	1800	400	50	40
150	200	500	700	30	40	5	800	1000	35	50
160	1300	400	1000	60	24	6	1000	7000	40	30
170	400	1300	1000	40	26	7	700	1200	25	35
180	1000	1200	600	25	20	8	1200	600	55	40
190	1200	600	1000	35	55	9	600	1800	48	27

Варианты 200-299

№ варианта	M ₁ Нм	M ₂ Нм	M ₃ Нм	l ₁ см	l ₂ см	№ варианта	M ₄ Нм	M ₅ Нм	l ₃ см	l ₄ см
200	1200	1000	700	50	32	0	400	1800	40	25
210	200	2000	1500	45	52	1	500	1600	44	38
220	1600	400	800	43	36	2	300	1400	44	51
230	400	1500	2000	40	48	3	700	1200	52	24
240	1000	1200	400	44	31	4	500	1000	64	25
250	1600	500	2000	31	48	5	5800	600	54	38
260	600	1600	500	52	40	6	600	1200	34	50
270	800	1200	700	30	53	7	1200	700	36	52
280	800	1100	600	24	62	8	700	1000	46	24
290	700	1400	600	46	40	9	1000	8000	32	54

Варианты 300-399

№ варианта	M ₁ Нм	M ₂ Нм	M ₃ Нм	l ₁ см	l ₂ см	№ варианта	M ₄ Нм	M ₅ Нм	l ₃ см	l ₄ см
300	200	1600	1200	24	48	0	1000	500	37	55
310	1500	6000	300	54	32	1	1600	100	46	40
320	700	1000	1600	30	50	2	800	2000	38	22
330	2000	800	400	53	40	3	1000	1600	41	60
340	700	500	1000	52	25	4	2000	800	51	44
350	200	1200	1600	40	36	5	600	1500	62	38
360	300	1500	600	50	26	6	1100	900	49	27
370	2000	400	800	44	33	7	900	1800	50	42
380	400	2000	800	30	48	8	18000	700	38	53
390	500	5000	700	62	40	9	500	2000	36	42

Варианты 400-499

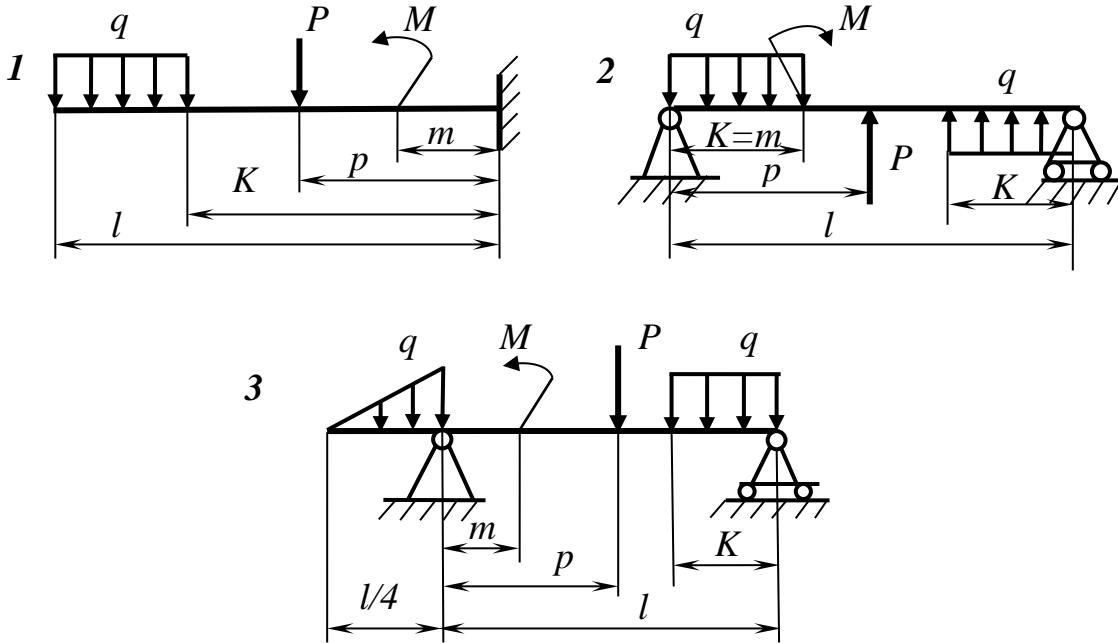
№ варианта	M_1 Нм	M_2 Нм	M_3 Нм	l_1 см	l_2 см	№ варианта	M_4 Нм	M_5 Нм	l_3 см	l_4 см
400	1600	1200	100	43	60	0	2000	500	26	38
410	600	1000	1200	35	50	1	400	1800	25	33
420	1500	1100	1300	56	31	2	1600	600	34	20
430	800	2000	700	28	44	3	500	1700	55	36
440	1000	1300	1400	40	64	4	1600	1000	46	35
450	1400	1200	800	36	38	5	600	1800	28	30
460	1200	1500	900	32	51	6	1400	1200	29	32
470	1900	1300	600	63	20	7	700	1400	32	28
480	800	1700	1300	30	50	8	1200	1600	32	44
490	2000	800	500	26	63	9	900	1300	45	24

Задача №3

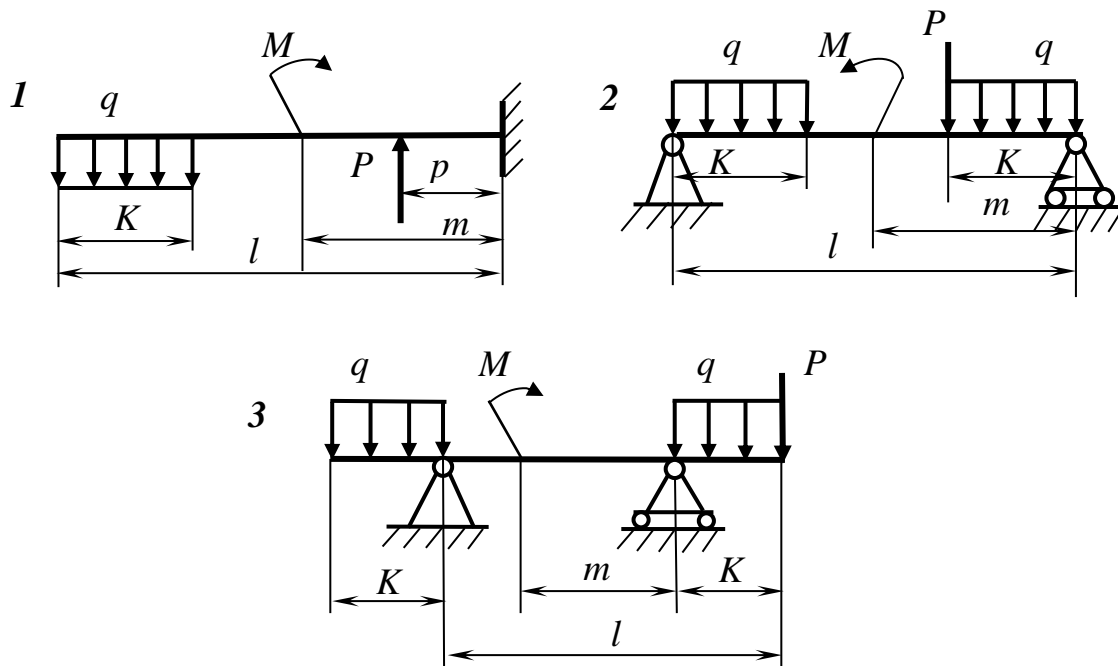
1. Для заданной серии балок построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
2. Для балки №2:
 - 2.1. Подобрать сечение, состоящее из стандартных профилей (двутавр, швеллер и т.п.), из условия прочности по допускаемым напряжениям. Принять $[\sigma] = 160$ МПа.
 - 2.2. Выявить с помощью эпюр внутренних силовых факторов опасные сечения и построить для них эпюры нормальных и касательных напряжений по высоте подобранного поперечного сечения. В опасных сечениях указать опасные точки.
 - 2.3. В окрестности опасной точки, где одновременно действуют нормальные и касательные напряжения, с помощью поперечных и продольных сечений выделить элементарный параллелепипед, показать действующие по его граням напряжения. Найти величину и направление главных напряжений в этой точке.
 - 2.4. Произвести полную проверку прочности балки, используя теорию наибольших касательных напряжений.

Схемы балок к задаче №3

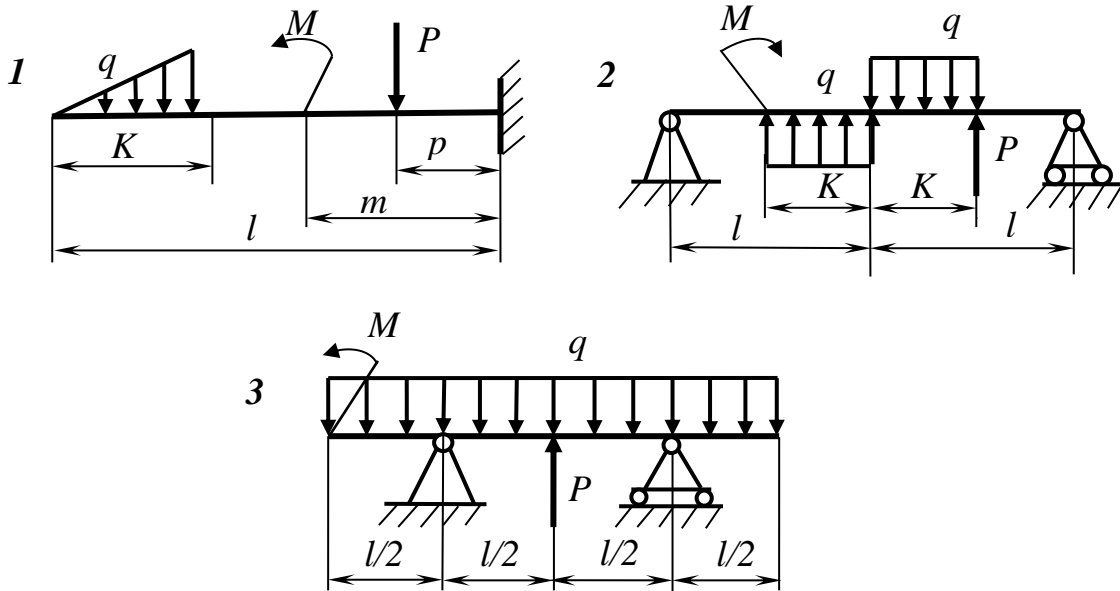
Серия 1



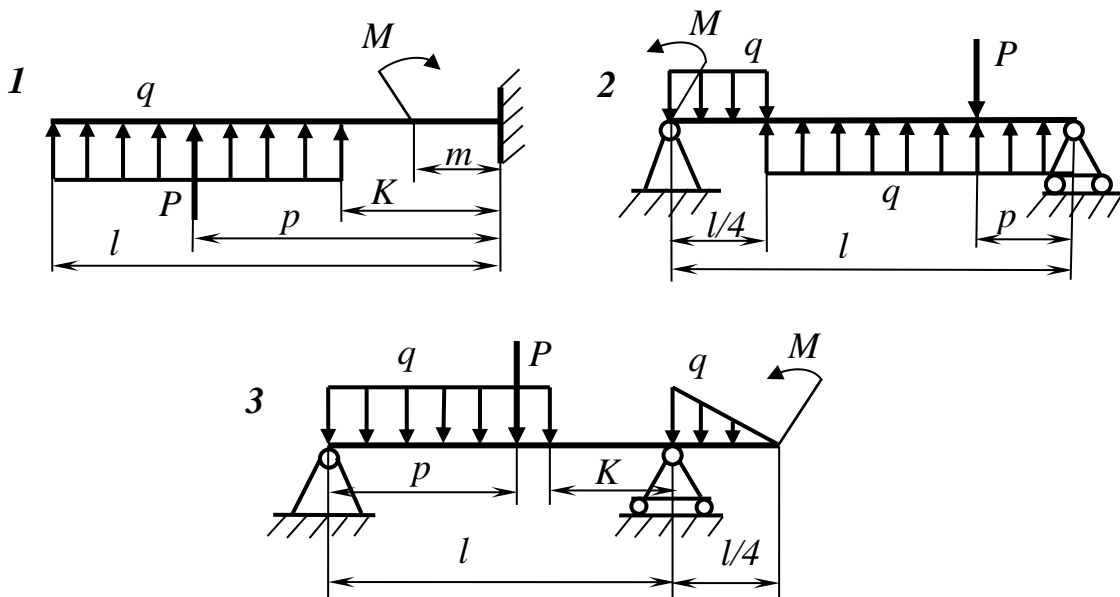
Серия 2



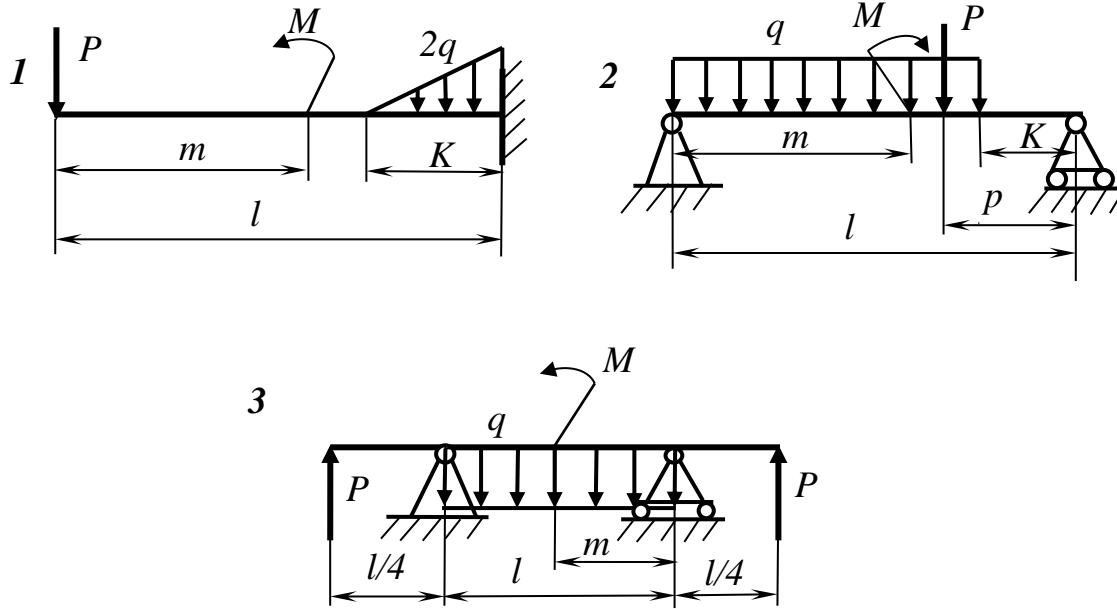
Серия 3



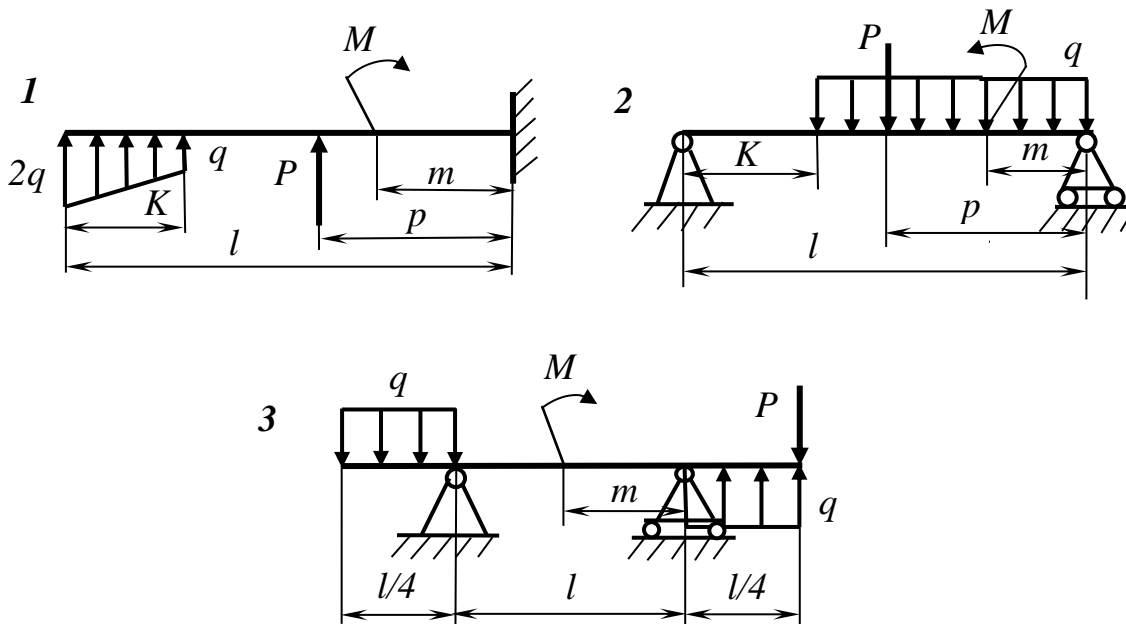
Серия 4



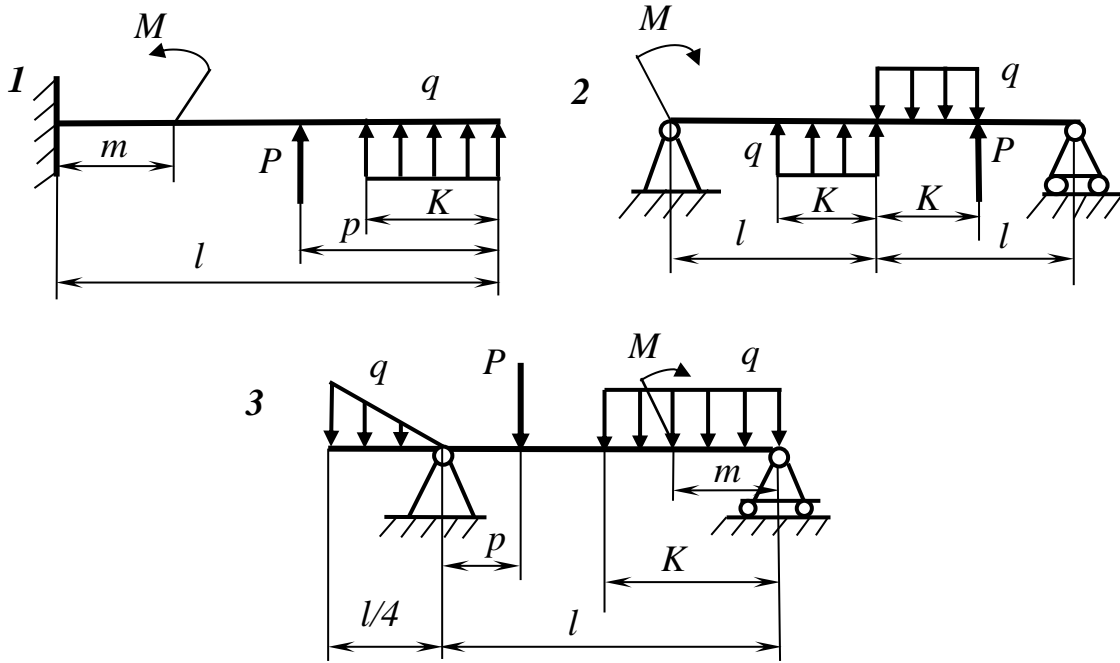
Серия 5



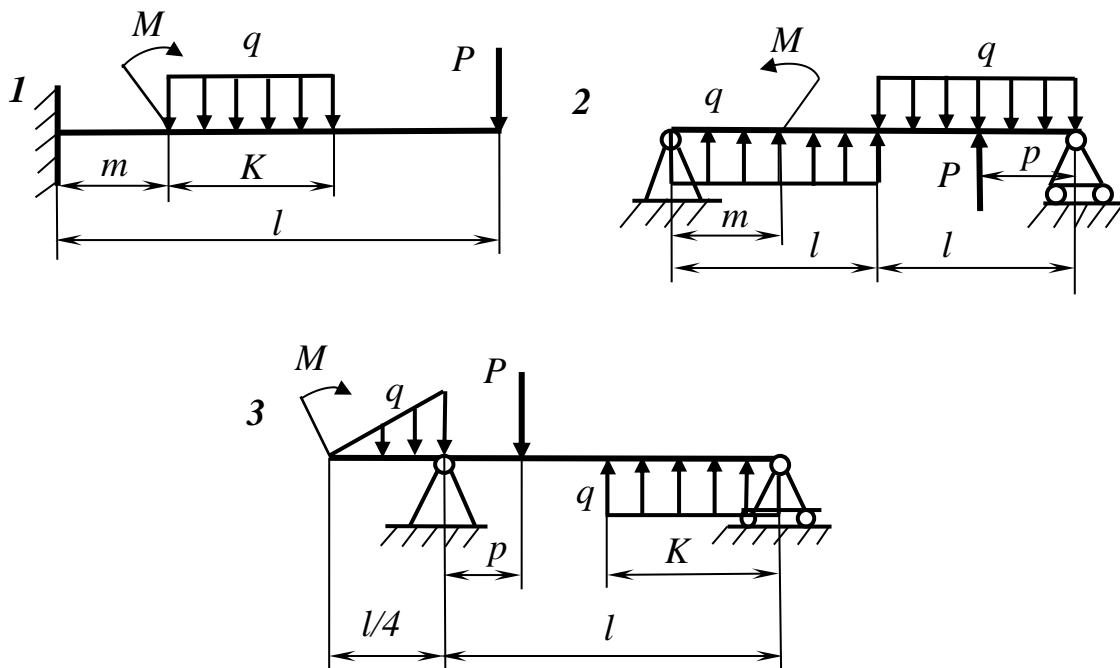
Серия 6



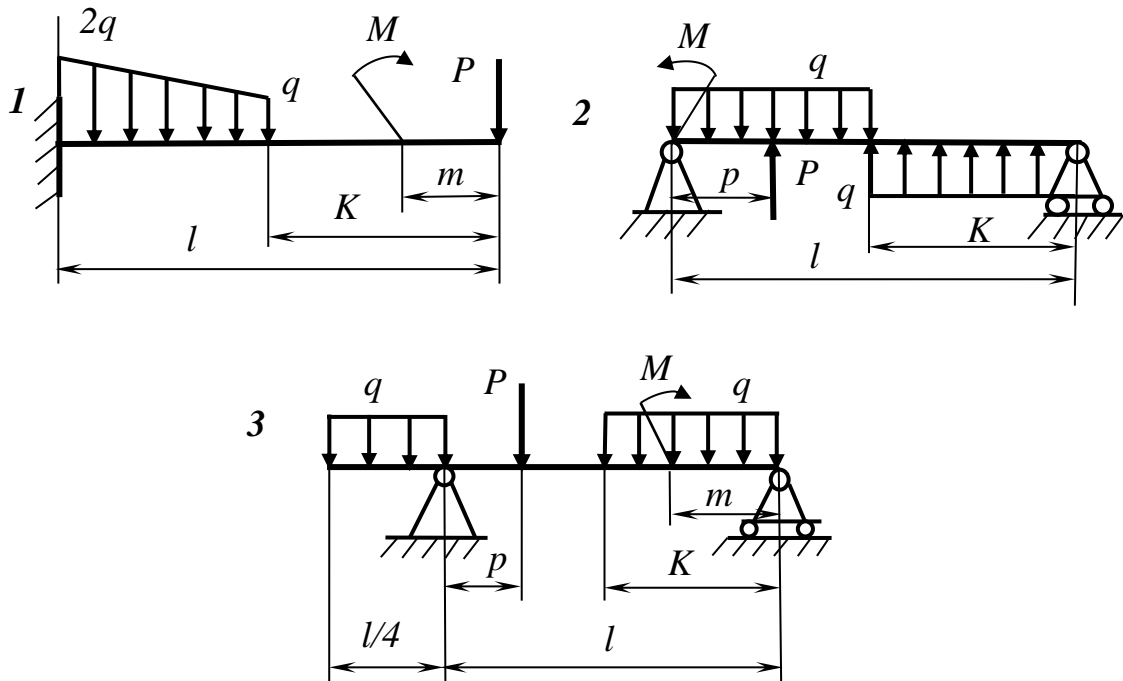
Серия 7



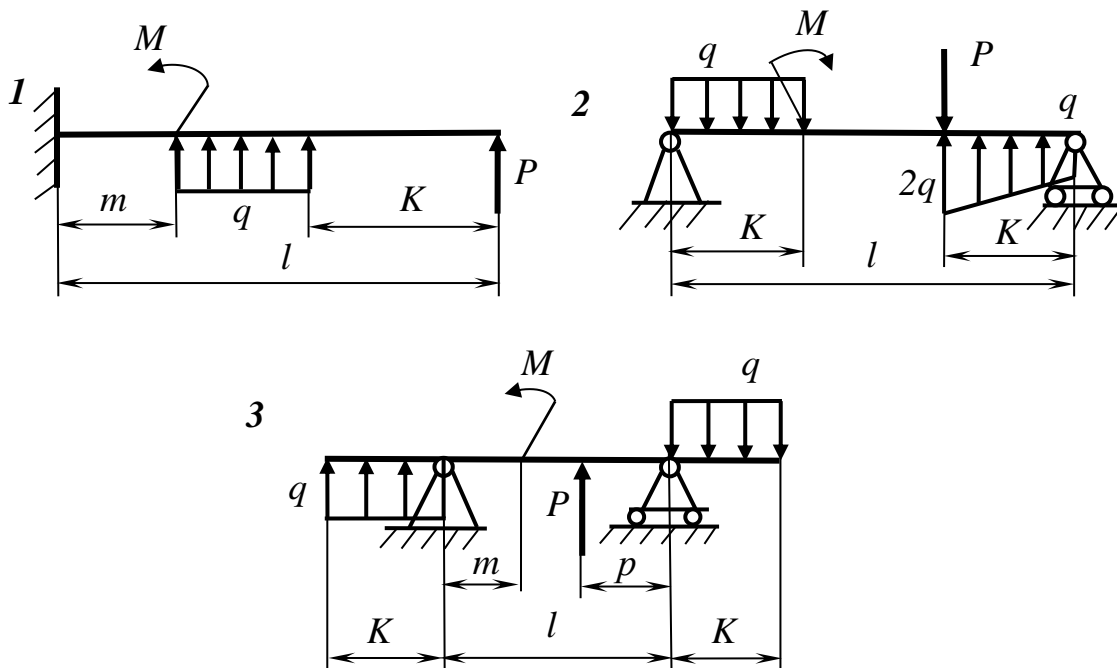
Серия 8



Серия 9



Серия 10



Таблицы исходных данных к задаче №3

Варианты 1- 99

№ варианта	М кНм	Р кН	q кН/м	№ вар.	l м	m м	к м	р м	Серия №
0	23	46	14	0	1,6	0,5	1,2	0,8	1
10	26	48	19	1	1,6	0,8	1,1	0,5	2
20	34	62	13	2	1,2	0,9	0,4	0,2	3
30	24	81	40	3	1,6	0,3	0,6	1,3	4
40	10	60	26	4	1,4	1,1	0,3	0,7	5
50	30	42	22	5	1,2	0,6	0,4	1,0	6
60	32	18	40	6	1,5	0,5	1,1	0,8	7
70	36	40	18	7	1,5	1,1	0,5	0,3	8
80	32	46	19	8	1,1	0,2	0,4	0,8	9
90	18	45	30	9	1,2	0,2	0,4	0,8	10

Варианты 100 - 199

№ варианта	М кНм	Р кН	q кН/м	№ вар.	l м	m м	к м	р м	Серия №
100	21	56	18	0	1,1	0,5	0,8	0,4	2
110	12	61	12	1	1,8	1,3	0,6	0,3	3
120	24	70	20	2	1,4	0,3	0,5	1,2	4
130	28	65	30	3	1,6	1,1	0,4	0,8	5
140	40	100	16	4	1,6	0,8	0,6	1,2	6
150	40	82	20	5	1,2	0,4	0,8	0,5	7
160	21	66	32	6	1,4	1,1	0,5	0,2	8
170	36	72	28	7	1,2	0,3	0,5	0,9	9
180	28	48	10	8	1,4	0,4	0,5	1,1	10
190	29	54	12	9	1,3	0,4	1,0	0,6	1

Варианты 200-299

№ варианта	М кНм	Р кН	q кН/м	№ вар.	l м	m м	к м	р м	Серия №
200	12	13	46	0	1,4	1,1	0,5	0,2	3
210	18	40	38	1	1,6	0,3	0,5	0,8	4
220	21	30	22	2	1,1	0,8	0,3	0,6	5
230	30	28	42	3	1,6	0,8	0,5	1,1	6
240	47	24	58	4	1,0	0,4	0,8	0,5	7
250	32	42	60	5	1,7	1,1	0,5	0,3	8
260	42	38	56	6	1,6	0,3	0,5	1,1	9
270	30	43	33	7	1,8	0,4	0,6	1,3	10
280	24	36	38	8	1,5	0,5	1,1	0,8	1
290	40	22	61	9	1,6	0,8	1,2	0,5	2

Варианты 300-399

№ варианта	М кНм	Р кН	q кН/м	№ вар.	l м	m м	к м	р м	Серия №
300	28	30	12	0	1,5	0,4	0,6	1,0	4
310	26	35	20	1	1,6	1,2	0,4	0,8	5
320	30	28	26	2	1,8	0,9	0,6	1,3	6
330	12	43	20	3	1,6	0,5	1,3	1,4	7
340	20	54	22	4	1,1	0,8	0,4	0,3	8
350	42	40	16	5	1,4	0,3	0,5	1,1	9
360	32	40	18	6	1,7	0,4	0,6	1,2	10
370	36	48	28	7	1,1	0,4	0,8	0,6	1
380	32	42	26	8	1,0	0,5	0,8	0,3	2
390	28	45	40	9	1,5	0,9	0,5	0,3	3

Варианты 400-499

№ варианта	М кНм	Р кН	q кН/м	№ вар.	l м	m м	к м	р м	Серия №
400	30	22	30	0	1,0	0,4	0,8	0,5	5
410	24	30	21	1	1,4	0,8	1,2	0,5	6
420	29	32	22	2	1,4	1,2	0,5	0,2	7
430	38	20	26	3	1,6	0,4	0,6	1,2	8
440	21	33	40	4	1,5	0,2	0,4	0,8	9
450	18	21	26	5	1,0	0,4	0,3	0,7	10
460	27	36	22	6	1,4	0,4	0,8	0,5	1
470	18	20	40	7	1,4	1,1	0,5	0,4	2
480	21	28	34	8	1,3	0,3	0,5	1,0	3
490	30	40	2	9	1,5	0,4	0,5	1,1	4

Расчетно-проектировочная работа №2

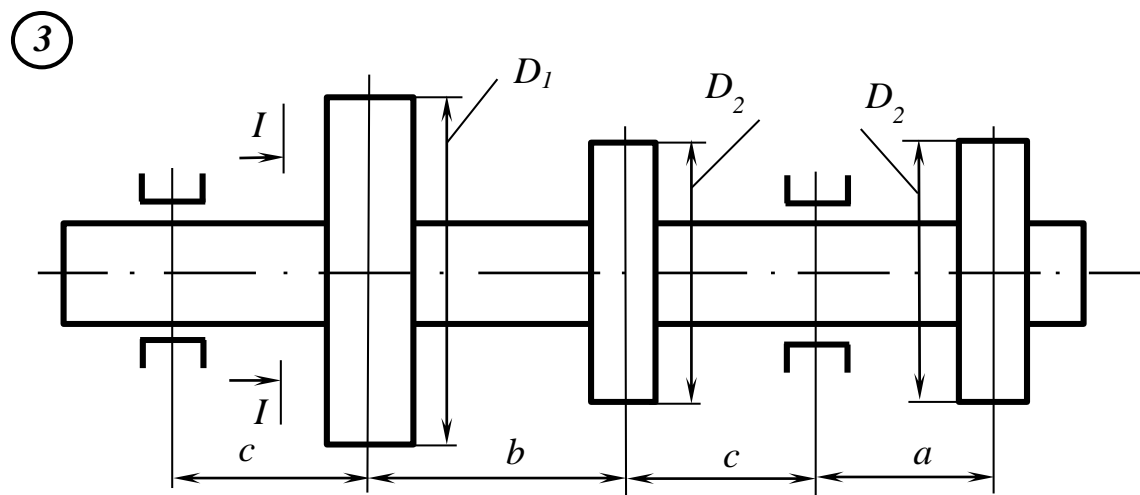
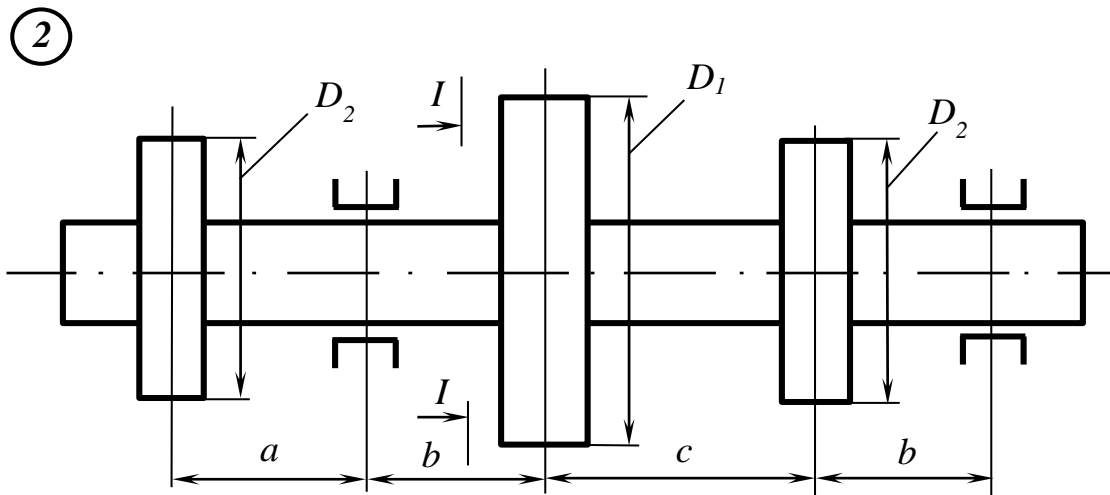
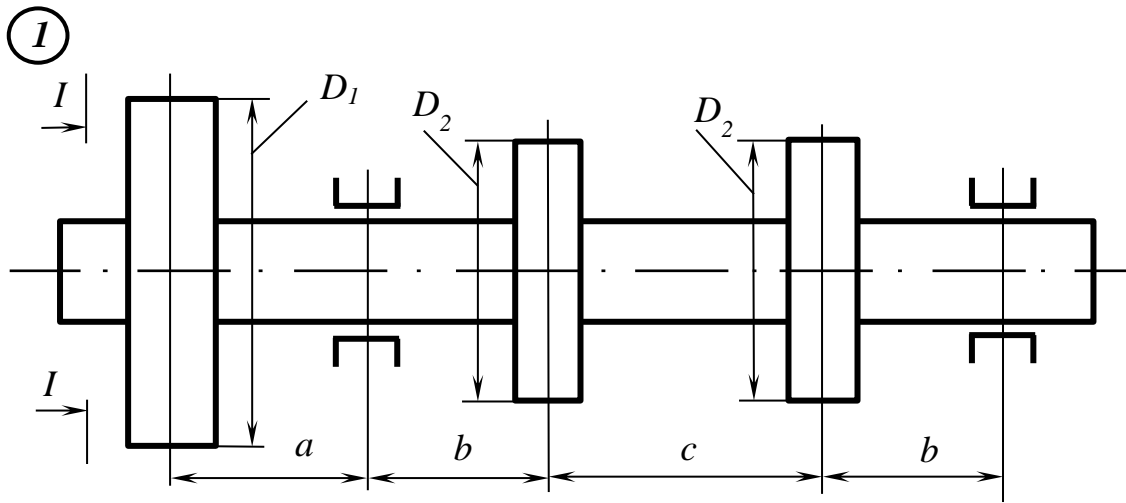
Расчет на прочность вала при регулярном нагружении.

Шкив, диаметром D_1 с углом наклона ветвей ремня к горизонту α_1 вращается с частотой n об/мин и передает мощность N кВт. Два других шкива имеют одинаковый диаметр D_2 , одинаковые углы наклона ветвей ремня к горизонту α_2 и каждый из них передает мощность $N/2$ (см. расчетные схемы).

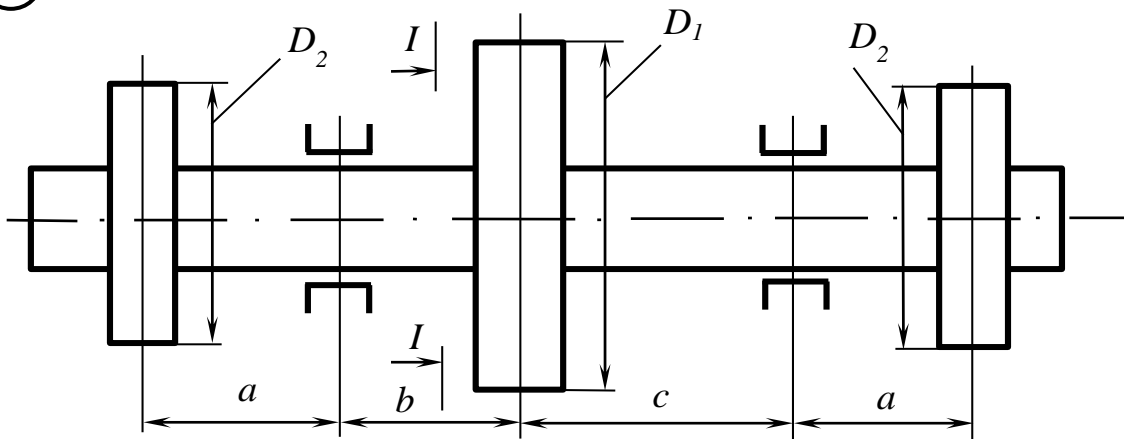
Для расчетной схемы и исходных данных, заданных вариантом задания, требуется:

1. Определить моменты, приложенные к шкивам, по заданным n и N .
2. Определить окружные усилия P_{t1} и P_{t2} , действующие на шкивы, по найденным моментам и заданным диаметрам шкивов.
3. Построить эпюры изгибающих моментов M_x и M_y и крутящих моментов M_k , а также эпюру суммарных изгибающих моментов M_Σ , пользуясь формулой $M_\Sigma = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$.
4. Подобрать диаметр вала из условия прочности, используя гипотезу наибольших касательных напряжений. Принять $[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n}$, $n = 2$.
5. Определить коэффициент запаса циклической прочности, для чего:
 - 5.1 Используя эпюры изгибающих и крутящих моментов, определить наиболее опасные участки вала в зонах насадки шкивов и цапф.
 - 5.2 Изобразить конструктивные схемы опасных участков вала и для опасных сечений определить параметры циклов изменения нормальных и касательных напряжений. Касательные напряжения считать изменяющимися по отнулевому циклу, а нормальные – по циклу с коэффициентом асимметрии $R_\sigma = -0,8$. Форму ступицы и вала в зоне посадочных поверхностей изобразить по рис. 1 в соответствии со схемой, заданной в таблице исходных данных. Конструктивную схему вала в зоне промежуточных цапф выбрать по рис. 2. Диаметр вала d принять равным диаметру, определенному из условия статической прочности.
 - 5.3 Определить коэффициенты запаса циклической прочности для опасных сечений. При необходимости скорректировать диаметр вала, обеспечив величину общего коэффициента запаса циклической прочности не менее 1,2.

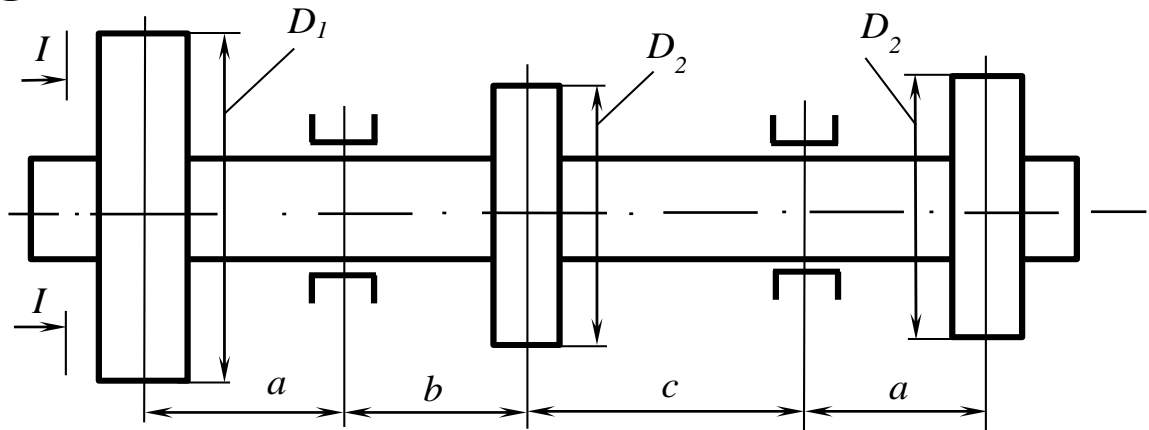
Расчетные схемы



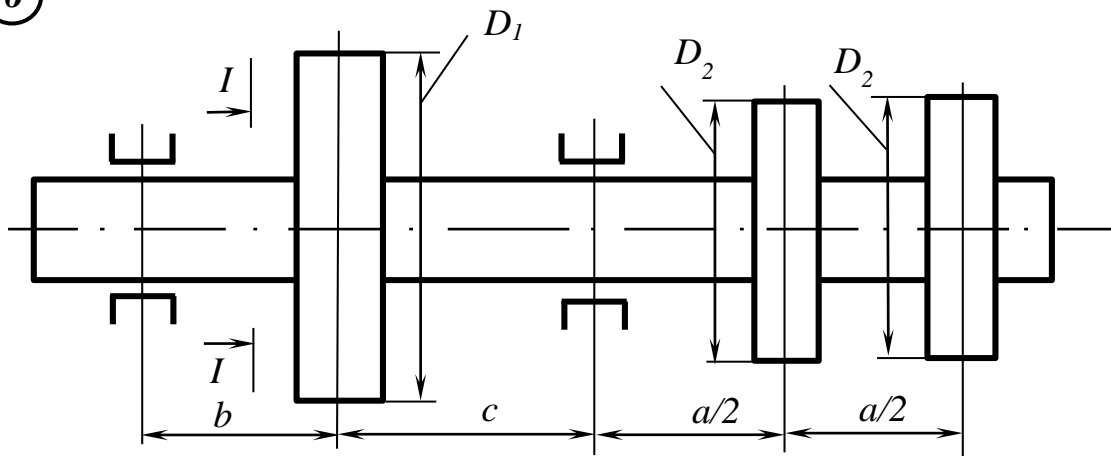
④

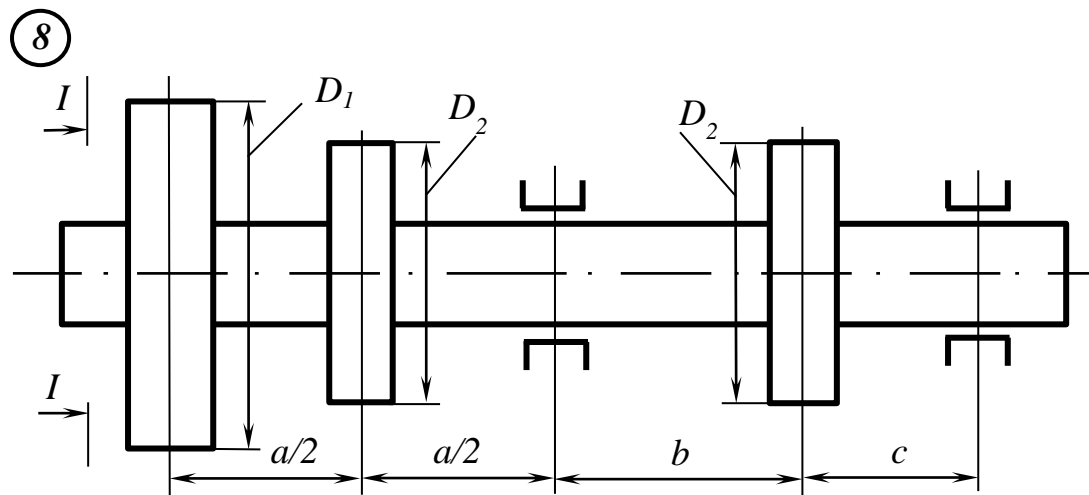
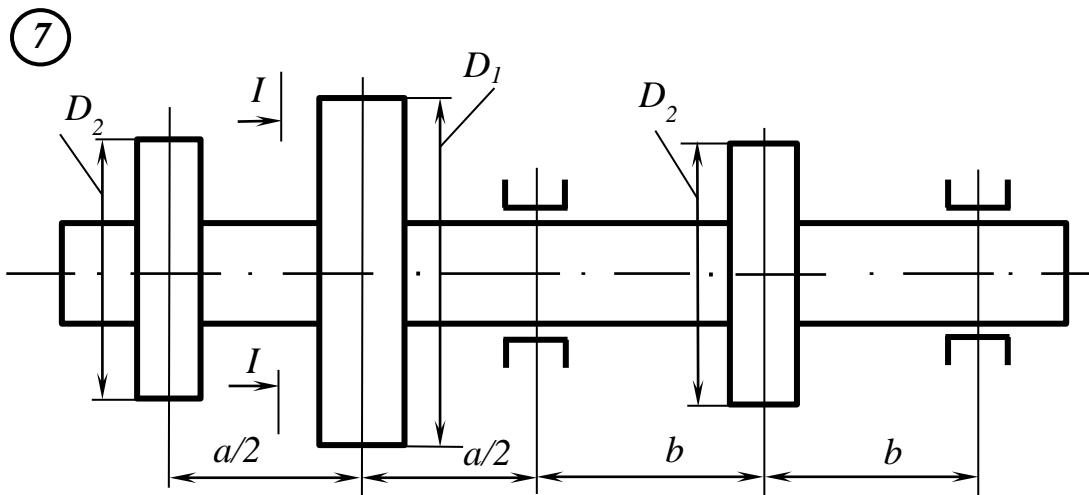


⑤

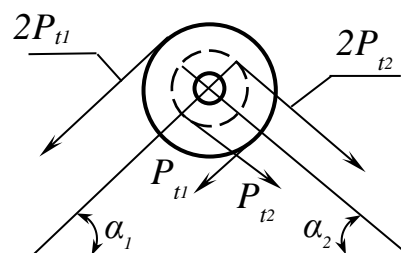


⑥





Сечение I-I



Таблицы исходных данных
к расчету статической прочности

Варианты 1 - 99

№ варианта	Схема №	N кВт	n об/мин	α_1 град	α_2 град	σ_T МПа	№ вар.	a	b	c	D ₁	D ₂
								M				
0	1	10	100	10	10	300	0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
10	2	20	200	20	20	320	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
20	3	30	300	30	30	320	2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
30	4	40	400	40	40	360	3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
40	5	50	500	50	50	420	4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
50	6	60	600	60	60	450	5	1,6	1,6	1,6	0,6	0,6
60	7	70	700	70	70	480	6	1,7	1,7	1,7	0,7	0,7
70	8	80	800	80	80	510	7	1,8	1,8	1,8	0,8	0,8
80	1	90	900	75	75	540	8	1,9	1,9	1,9	0,9	0,9
90	2	100	1000	45	45	600	9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Варианты 100 - 199

№ варианта	Схема №	N кВт	n об/мин	α_1 град	α_2 град	σ_T МПа	№ вар.	a	b	c	D ₁	D ₂
								M				
100	1	100	1000	45	45	600	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
110	2	90	900	75	75	540	1	1,6	1,6	1,6	0,6	0,6
120	3	10	100	80	80	510	2	1,7	1,7	1,7	0,7	0,7
130	4	20	200	70	70	520	3	1,8	1,8	1,8	0,8	0,8
140	5	30	300	60	60	390	4	1,9	1,9	1,9	0,9	0,9
150	6	40	400	50	50	420	5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
160	7	50	500	40	40	360	6	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
170	8	60	600	30	30	330	7	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
180	3	70	700	20	20	340	8	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
190	4	80	800	10	10	300	9	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4

Варианты 200 - 299

№ варианта	Схема №	N кВт	n об/мин	α_1 град	α_2 град	σ_T МПа	№ вар.	a	b	c	D ₁	D ₂
								M				
200	3	80	800	45	45	360	0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
210	5	60	600	80	80	510	1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
220	7	40	400	60	60	330	2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
230	1	20	200	40	40	360	3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
240	2	100	1000	20	20	300	4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
250	4	90	900	10	10	420	5	1,7	1,7	1,7	0,7	0,7
260	6	70	700	30	30	600	6	1,6	1,6	1,6	0,6	0,6
270	8	50	500	50	50	390	7	1,8	1,8	1,8	0,8	0,8
280	5	30	300	70	70	540	8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
290	6	10	100	75	75	330	9	1,9	1,9	1,9	0,9	0,9

Варианты 300 - 399

№ варианта	Схема №	N кВт	n об/мин	α_1 град	α_2 град	σ_T МПа	№ вар.	a	b	c	D ₁	D ₂
								M				
300	5	50	500	75	75	330	0	1,8	1,8	1,8	0,8	0,8
310	8	60	600	60	60	360	1	1,7	1,7	1,7	0,7	0,7
320	3	70	700	30	30	450	2	1,9	1,9	1,9	0,9	0,9
330	6	80	800	45	45	520	3	1,6	1,6	1,6	0,6	0,6
340	1	90	900	70	70	600	4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
350	4	100	1000	40	40	300	5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
360	7	10	100	10	10	330	6	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
370	2	20	200	80	80	420	7	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
380	5	30	300	50	50	450	8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
390	8	40	400	20	20	510	9	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4

Варианты 400 - 499

№ варианта	Схема №	N кВт	n об/мин	α_1 град	α_2 град	σ_T МПа	№ вар.	a	b	c	D ₁	D ₂
								M				
400	7	20	200	50	50	420	0	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
410	2	90	900	40	40	300	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
420	5	40	400	60	60	330	2	1,8	1,8	1,8	0,8	0,8
430	8	10	100	70	70	540	3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
440	1	30	300	30	30	360	4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
450	4	100	100	80	80	340	5	1,9	1,9	1,9	0,9	0,9
460	7	50	500	20	20	510	6	1,6	1,6	1,6	0,6	0,6
470	3	70	700	10	10	360	7	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
480	6	60	600	75	75	515	8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
490	5	80	800	45	45	600	9	1,7	1,7	1,7	0,7	0,7

Таблицы исходных данных к расчету
коэффициента запаса циклической прочности

Варианты 1-99

№ варианта	МПа			№ вар.	Схема
	σ_{-1}	τ_{-1}	σ_B		
0	220	120	500	0	1
10	240	130	530	1	3
20	260	140	550	2	5
30	280	160	600	3	2
40	300	180	700	4	4
50	320	200	750	5	1
60	340	220	800	6	5
70	360	230	850	7	4
80	380	240	900	8	2
90	400	250	1000	9	1

Варианты 100 - 199

№ варианта	МПа			№ вар.	Схема
	σ_{-1}	τ_{-1}	σ_B		
100	400	250	1000	0	5
110	380	240	900	1	4
120	360	230	850	2	3
130	340	220	880	3	2
140	320	200	650	4	1
150	300	180	700	5	3
160	280	160	600	6	5
170	260	150	550	7	1
180	240	130	575	8	2
190	220	120	500	9	4

Варианты 200 - 299

№ варианта	МПа			№ вар.	Схема
	σ_{-1}	τ_{-1}	σ_B		
200	280	160	600	0	1
210	360	230	850	1	2
220	240	130	550	2	3
230	260	160	600	3	4
240	220	130	500	4	5
250	300	180	750	5	4
260	400	250	1000	6	3
270	320	200	650	7	2
280	380	240	900	8	1
290	230	140	550	9	3

Варианты 300 - 399

№ варианта	МПа			№ вар.	Схема
	σ_{-1}	τ_{-1}	σ_B		
300	240	130	550	0	1
310	290	160	600	1	5
320	320	200	750	2	4
330	360	230	850	3	2
340	400	260	1000	4	3
350	220	130	500	5	1
360	260	140	550	6	2
370	300	180	700	7	3
380	340	220	750	8	4
390	380	240	850	9	5

Варианты 400 - 499

№ варианта	МПа			№ вар.	Схема
	σ_{-1}	τ_{-1}	σ_B		
400	300	180	700	0	5
410	220	130	500	1	3
420	320	200	650	2	1
430	380	240	900	3	3
440	260	160	600	4	5
450	240	130	575	5	4
460	360	230	850	6	2
470	280	160	600	7	3
480	340	220	880	8	2
490	400	250	1000	9	1

Конструктивные схемы вала
в зоне посадочных поверхностей под шкивы.

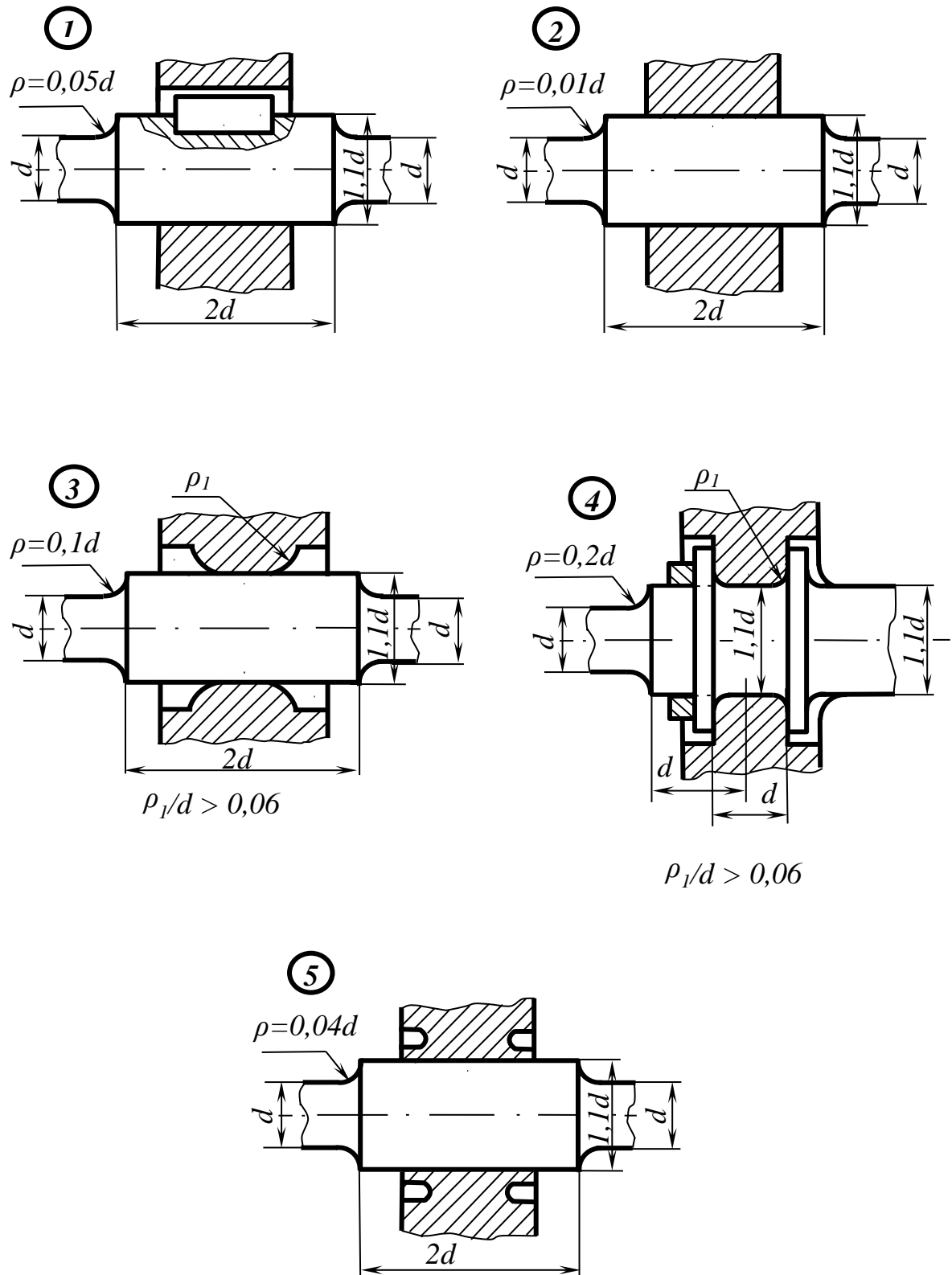


Рис. 1

Конструктивная схема вала в зоне промежуточных цапф

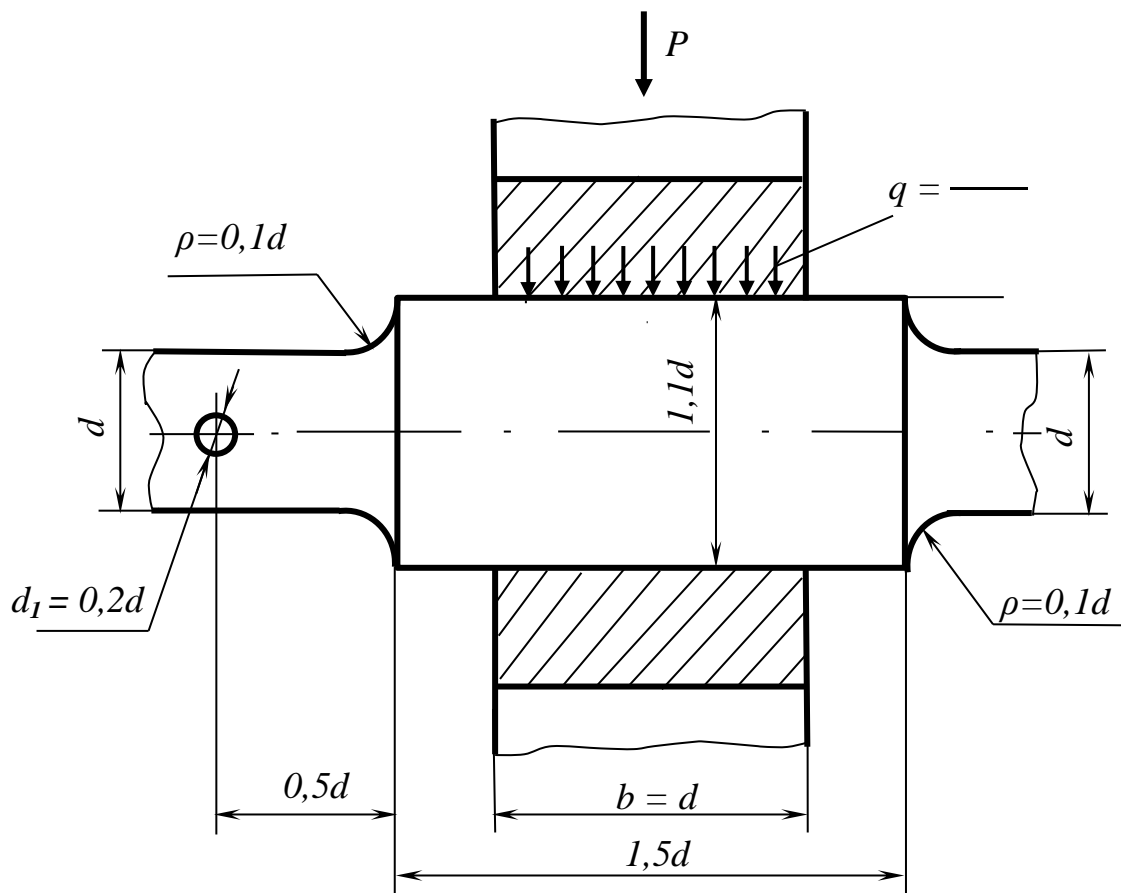


Рис. 2

Приложение 1

1. Определение пределов выносливости деталей машин

Значения пределов выносливости деталей машин в номинальных напряжениях $\sigma_{-1д}$ и $\tau_{-1д}$ определяют по формулам:

$$\sigma_{-1д} = \frac{\sigma_{-1}}{K}; \quad \tau_{-1д} = \frac{\tau_{-1}}{K} \quad (1)$$

где σ_{-1} и τ_{-1} - значения пределов выносливости гладких лабораторных образцов диаметром $d_0 = 7,5$ мм соответственно при растяжении-сжатии или изгибе и при кручении;

K - коэффициент снижения предела выносливости с учетом влияния концентрации напряжений, абсолютных размеров и шероховатости поверхности определяется по формулам:

при растяжении-сжатии или изгибе:

$$K = \frac{K_\sigma}{K_{d\sigma}} + \frac{1}{K_{F\sigma}} - 1 \quad (2)$$

при кручении:

$$K = \frac{K_\tau}{K_{d\tau}} + \frac{1}{K_{F\tau}} - 1 \quad (3)$$

Предельные амплитуды для деталей при асимметричном цикле нагружения вычисляют по формулам

$$\begin{aligned} \sigma_{ад} &= \sigma_{-1д} - \psi_{\sigma_d} \cdot \sigma_m; \\ \tau_{ад} &= \tau_{-1д} - \psi_{\tau_d} \cdot \tau_m \end{aligned} \quad (4)$$

Если предельное состояние достигается при пропорциональном увеличении составляющих цикла изменения напряжений, коэффициенты запаса циклической прочности вычисляют по формулам:

$$\begin{aligned} n_\sigma &= \frac{\sigma_{-1}}{K \cdot \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m}; \\ n_\tau &= \frac{\tau_{-1}}{K \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m} \end{aligned} \quad (5)$$

Если предельное состояние достигается только за счет увеличения амплитуды напряжений при постоянном среднем напряжении цикла, коэффициенты запаса циклической прочности вычисляют по формулам:

$$\begin{aligned} n_\sigma &= \frac{\sigma_{-1} - \psi_\sigma \cdot \sigma_m}{K \cdot \sigma_a}; \\ n_\tau &= \frac{\tau_{-1} - \psi_\tau \cdot \tau_m}{K \cdot \tau_a} \end{aligned} \quad (6)$$

При одновременном действии переменных нормальных и касательных напряжений общий коэффициент запаса циклической прочности вычисляют по формуле:

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2},$$

где n_{σ} и n_{τ} вычисляются по формулам (5) или (6).

Значения коэффициента снижения предела выносливости K определяют по формулам (2) и (3) в соответствии с нижеприведенными указаниями.

1.1. Определение эффективных коэффициентов концентрации напряжений K_{σ} , K_{τ} и отношений $K_{\sigma}/K_{d\sigma}$, $K_{\tau}/K_{d\tau}$.

Экспериментально полученные значения K_{σ} , K_{τ} , $K_{\sigma}/K_{d\sigma}$, $K_{\tau}/K_{d\tau}$ приведены на рис. 1, 4, 5, 7, 8.

Значения ($K_{\sigma}/K_{d\sigma}$) для валов с напрессованными деталями (при наличии коррозии трения) при изгибе представлены на рис. 1, в табл. 1 приведены значения K_{σ} .

При $\sigma_b > 500$ МПа и $q < 30$ МПа следует учитывать соответствующие поправочные коэффициенты ξ' и ξ'' (рис. 2 и 3) и определять значения $K_{\sigma}/K_{d\sigma}$ по формуле:

$$\frac{K_{\sigma}}{K_{d\sigma}} = \frac{K_{\sigma}}{K_{d\sigma}} \cdot \xi' \cdot \xi''.$$

Значения $\frac{K_{\tau}}{K_{d\tau}}$ определяются по формуле:

$$\frac{K_{\tau}}{K_{d\tau}} = 1 + 0,6 \frac{K_{\sigma}}{K_{d\sigma}} - 1.$$

Значения эффективных коэффициентов концентрации напряжений K_{σ} и K_{τ} для ступенчатых валов определяются по рис. 4 и 5.

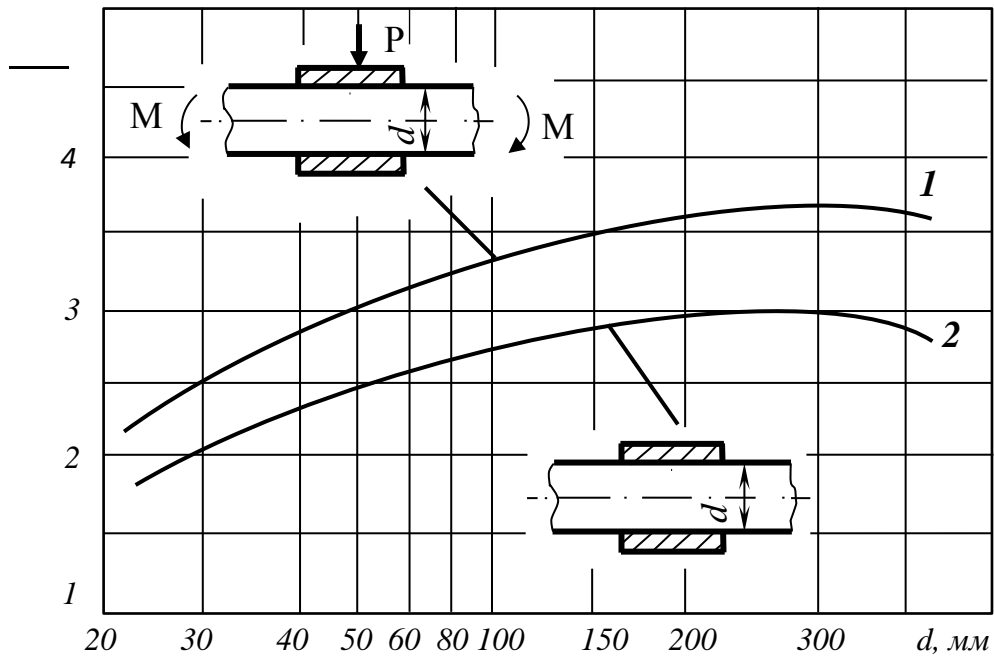
При отношении $\frac{D}{d}$, отличном от тех, для которых построены кривые на рис. 4 и 5, следует учитывать соответствующие поправки по рис. 6 и вычислять значения K_{σ} и K_{τ} по формулам:

$$K_{\sigma} = 1 + C_{\sigma} K_{\sigma \frac{D}{d}=2} - 1$$

$$K_{\tau} = 1 + C_{\tau} K_{\tau \frac{D}{d}=1,4} - 1.$$

Значение отношений коэффициентов $\frac{K_{\tau}}{K_{d\tau}}$ для валов с напрессованными деталями при изгибе:

$$\sigma_B = 500 \text{ МПа}, q \geq 30 \text{ МПа}$$



1 – через напрессованную деталь передается сила или момент;
2 - через напрессованную деталь не передается усилий.

Рис. 1

Поправочный коэффициент ξ' на предел прочности σ_B

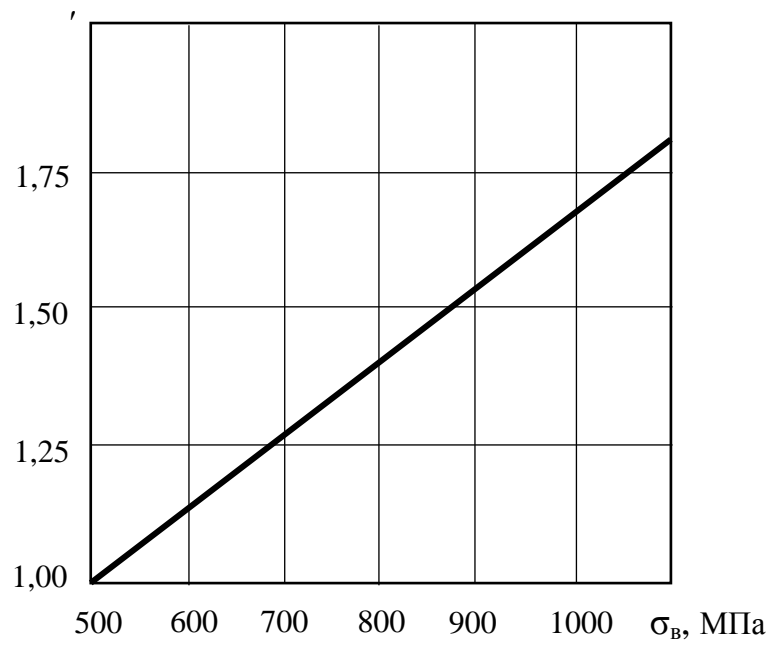


Рис. 2

Поправочный коэффициент ξ'' на давление напрессовки q

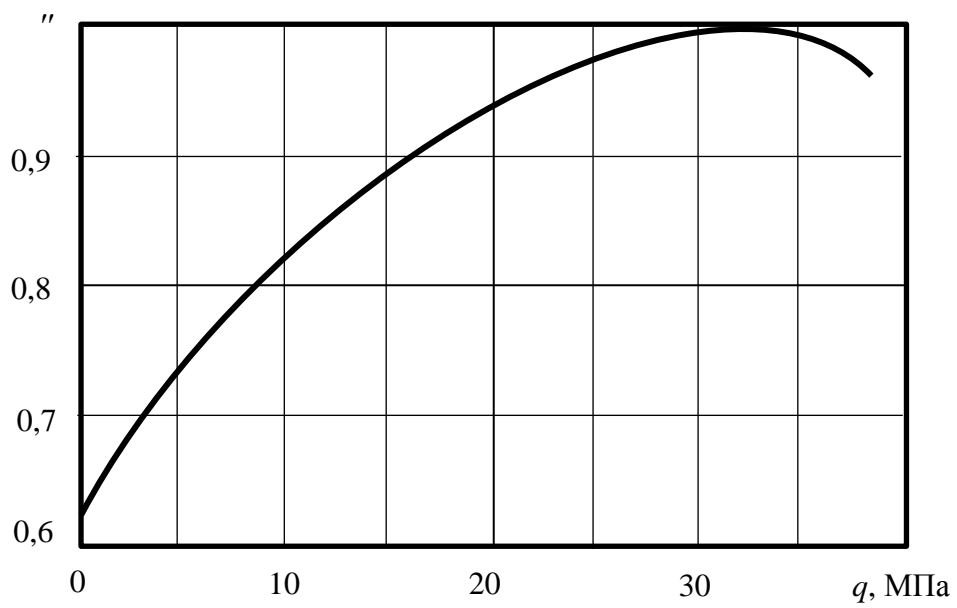
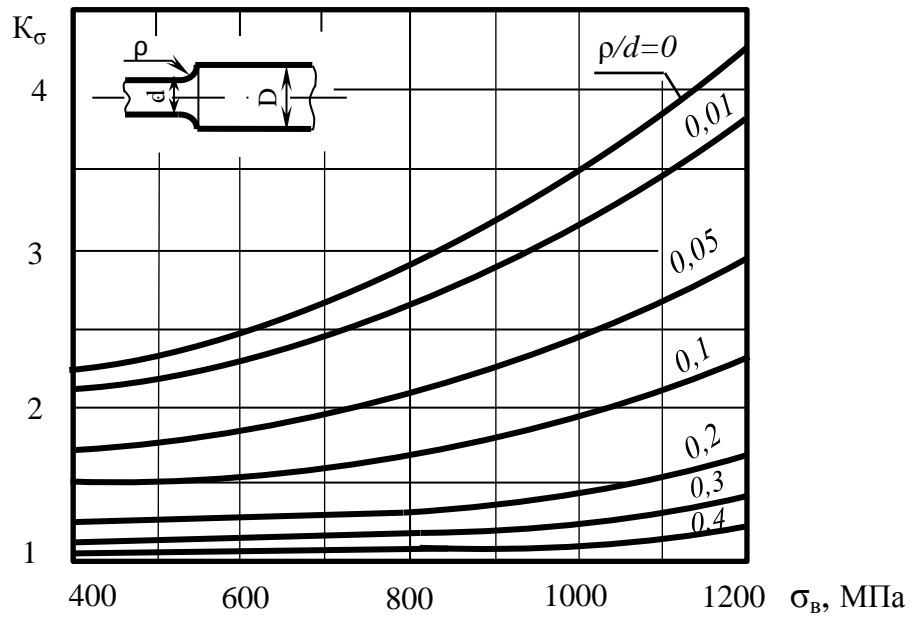


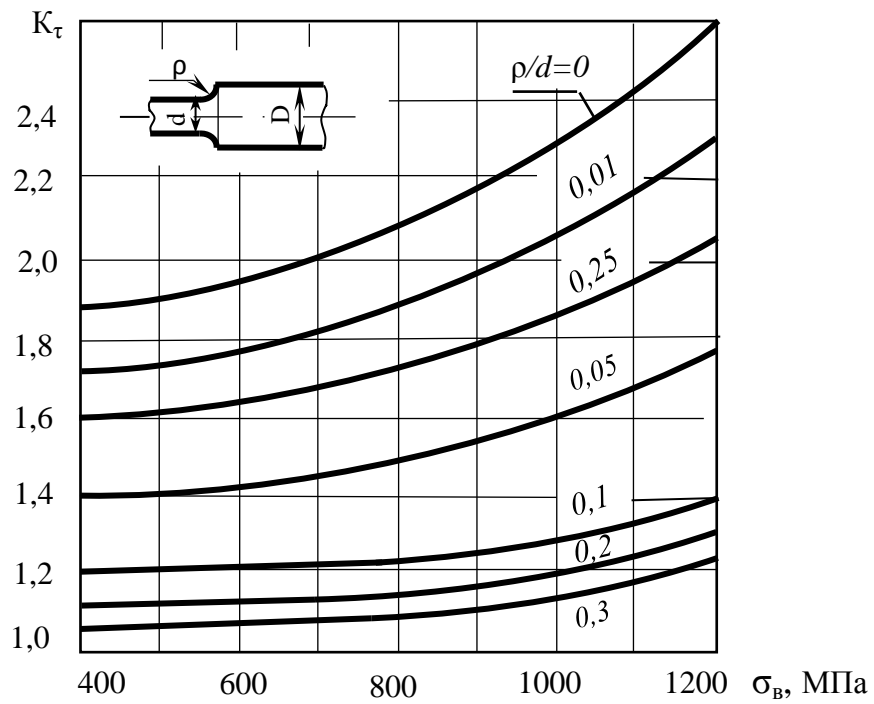
Рис. 3

Ступенчатые валы



$$\frac{D}{d} = 2, \quad d = 15 \text{ мм}, \quad R_z = 10 \text{ мкм}$$

Рис. 4



$$\frac{D}{d} = 1.4, \quad d = 15 \text{ мм}, \quad R_z = 10 \text{ мкм}$$

Рис. 5

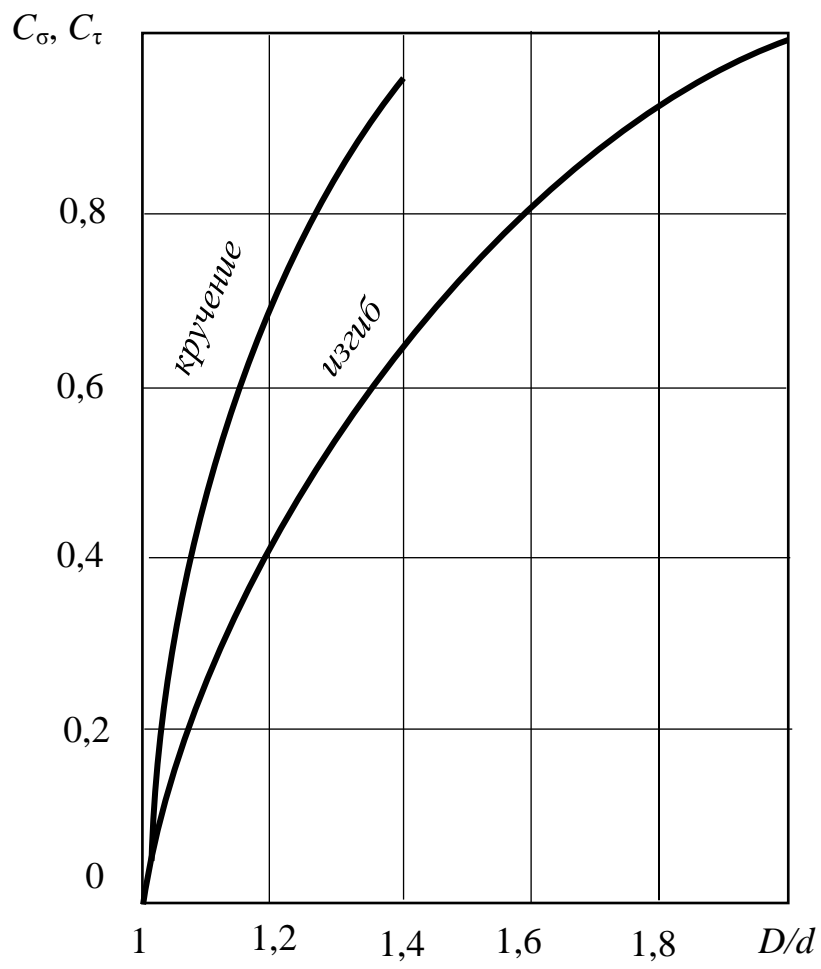


Рис. 6

Значения эффективных коэффициентов концентрации напряжений K_σ и K_τ для валов с поперечными отверстиями определяются по рис. 7 и 8.

При использовании K_σ и K_τ , определенных экспериментально на геометрически подобных образцах диаметром $d_p > d_0 = 7,5$ мм, отношения $K_\sigma/K_{d\sigma}$, $K_\tau/K_{d\tau}$ вычисляются по формулам:

$$\frac{K_\sigma}{K_{d\sigma}} = \frac{K_\sigma d_p \cdot K_3 d_p}{K_2 \cdot K_3} ; \quad \frac{K_\tau}{K_{d\tau}} = \frac{K_\tau d_p \cdot K_3 d_p}{K_2 \cdot K_3} ,$$

где $K_\sigma d_p$, $K_\tau d_p$ - эффективные коэффициенты концентрации, определенные на образцах диаметром d_p (рис. 4, 5, 7, 8);

$K_3 d_p$ - коэффициент K_3 , соответствующий диаметру d_p ;

K_2, K_3 - коэффициенты, учитывающие влияние абсолютных размеров на пределы выносливости по опытным данным для детали размером d .

Коэффициент K_2 вычисляется по формуле

$$K_2 = 1 - 0,154 \lg \frac{d}{d_0} \quad \text{для } d \leq 150 \text{ мм};$$

$$K_2 = 0,8 \quad \text{для } d > 150 \text{ мм};$$

$d_0 = 7,5$ мм - диаметр гладкого лабораторного образца.

Коэффициент K_3 определяют по рис. 9.

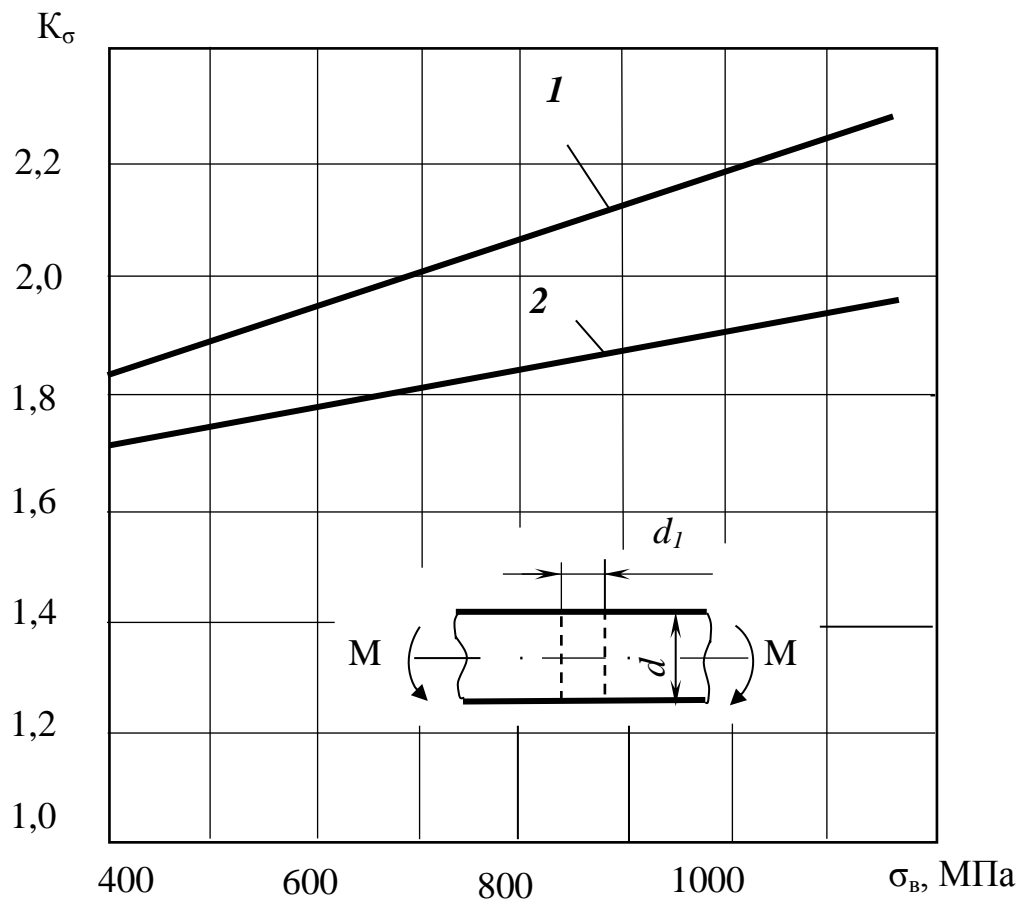
1.2. Определение коэффициентов влияния шероховатости поверхности $K_{F\sigma}$, $K_{F\tau}$

Значения коэффициента $K_{F\sigma}$, характеризующего снижение пределов выносливости при ухудшении качества обработки поверхности, зависят от предела прочности и чистоты поверхности. Для изгиба и растяжения-сжатия этот коэффициент определяется по рис. 10.

Значения коэффициента $K_{F\tau}$ вычисляют по формуле:

$$K_{F\tau} = 0,575 K_{F\sigma} + 0,425$$

Эффективные коэффициенты концентрации
для валов с поперечным отверстием при изгибе

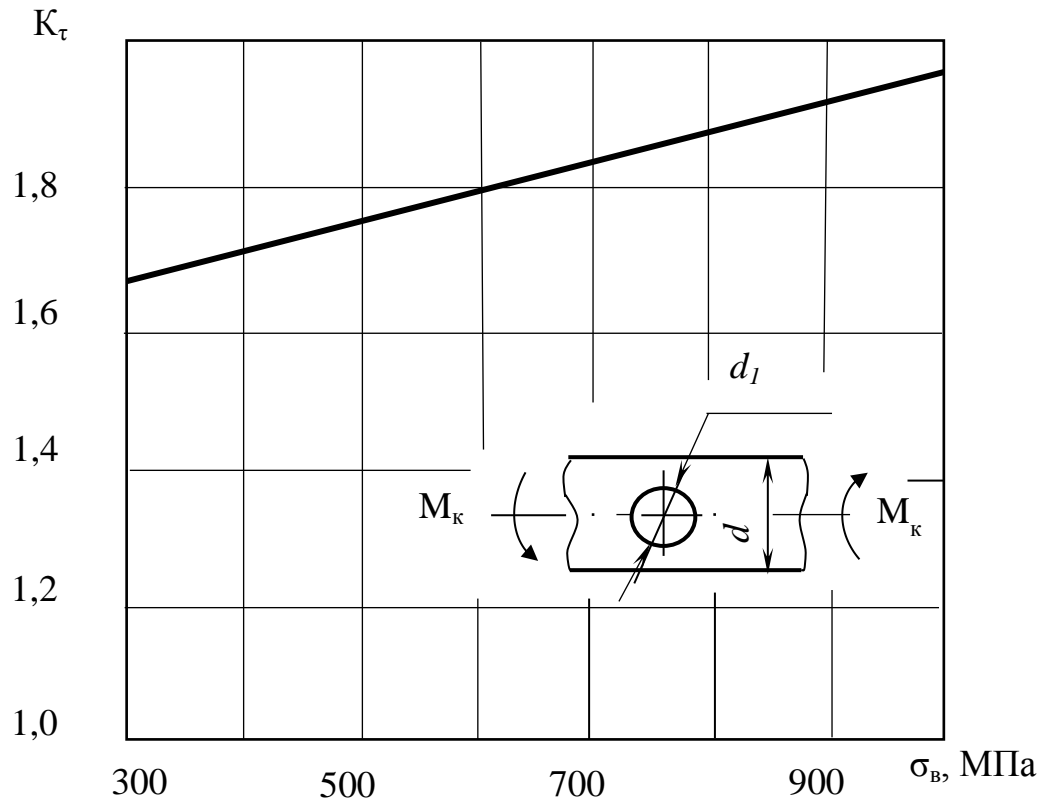


кривая 1 – $d_1/d = 0,05 - 0,1$

кривая 2 – $d_1/d = 0,15 - 0,25$

Рис. 7

Эффективные коэффициенты концентрации
для валов с поперечным отверстием при кручении



$$d_1/d = 0,05 - 0,25$$

$$d = 30 - 50 \text{ мм}$$

Рис. 8

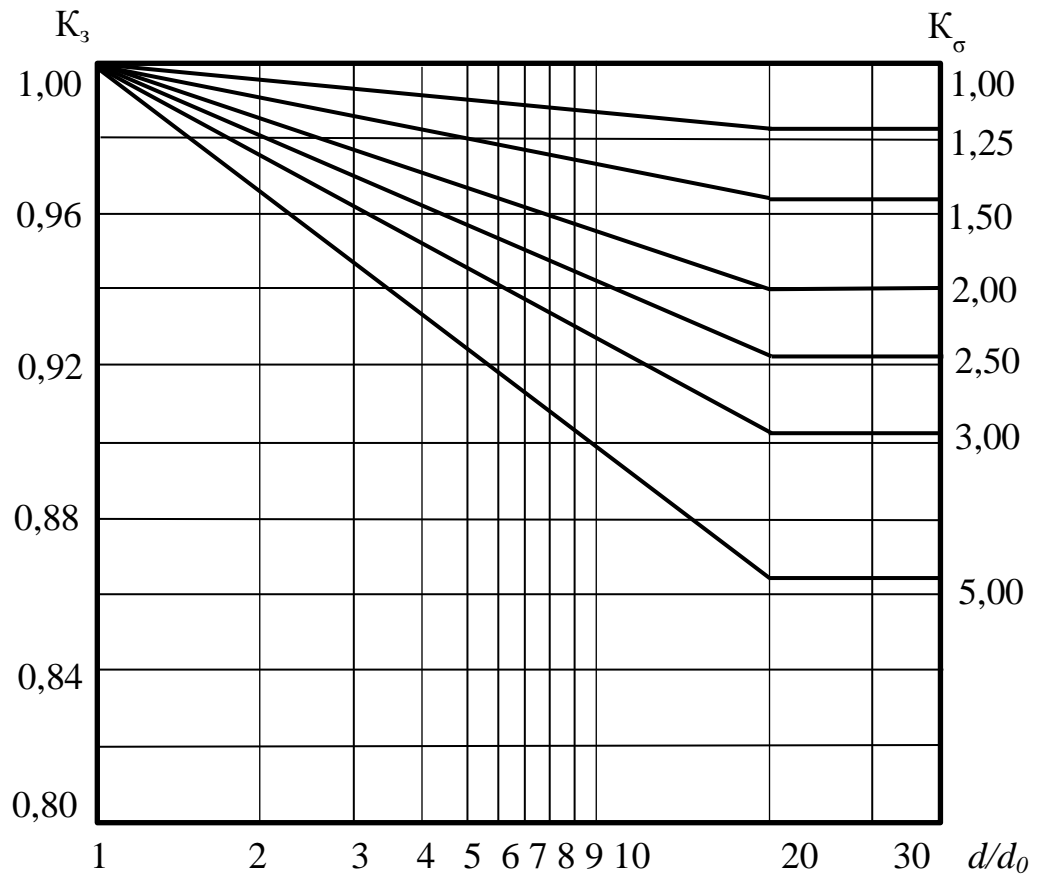
Коэффициенты K_3 

Рис. 9

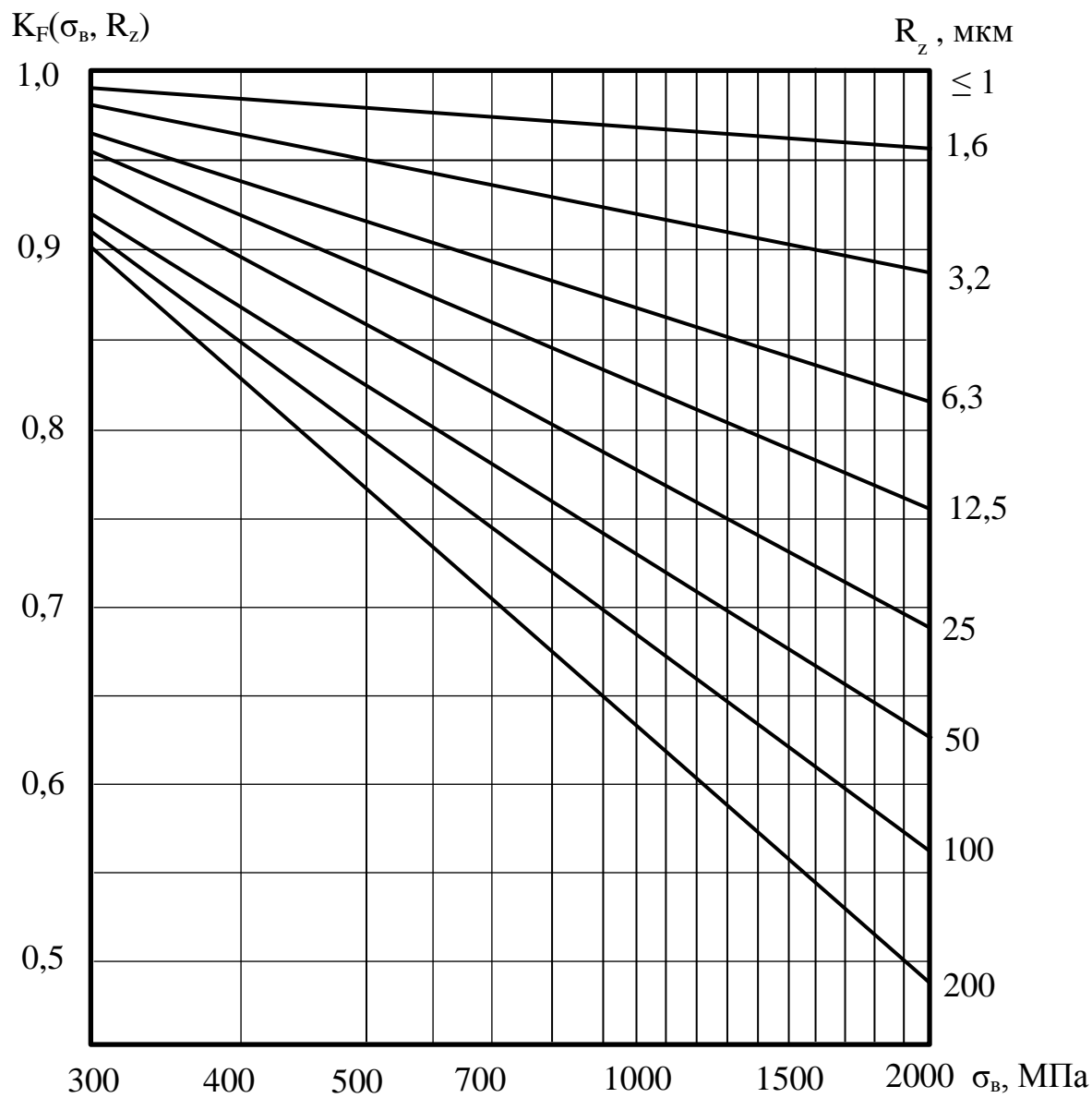
Значение коэффициентов K_F 

Рис. 10

1.3. Определение коэффициентов чувствительности к асимметрии цикла напряжений

Коэффициенты чувствительности к асимметрии цикла напряжений ψ_σ и ψ_τ вычисляются по формулам:

$$\psi_\sigma = 0,02 + 2 \cdot 10^{-4} \cdot \sigma_B; \quad \psi_\tau = 0,01 + 10^{-4} \cdot \sigma_B,$$

где σ_B - предел прочности материала в МПа.

Для деталей с концентрацией напряжений коэффициенты ψ_{σ_d} и ψ_{τ_d} вычисляются по формулам:

$$\psi_{\sigma_d} = \frac{\psi_\sigma}{K} \quad \psi_{\tau_d} = \frac{\psi_\tau}{K},$$

где K - коэффициент, определяемый по формулам (2) и (3).

Для легированных сталей допускается вычислять коэффициенты ψ_{σ_d} и ψ_{τ_d} по формулам:

$$\psi_{\sigma_d} = \frac{\sigma_{-1d}}{2\sigma_B - \tau_{-1d}}$$

$$\psi_{\tau_d} = \frac{\tau_{-1d}}{2\sigma_B - \tau_{-1d}}$$

2. Определение нормальных напряжений с учетом ослабления сечений отверстием

Номинальные напряжения с учетом ослабления сечения поперечным отверстием вычисляются по формулам:

$$\sigma = \frac{M_{и}}{W_{\text{нетто}}} \quad \tau = \frac{M_{и}}{W_{k \text{ нетто}}},$$

где $W_{\text{нетто}} = \xi \cdot W_{\text{брутто}} = W_{oc}$

$$W_{k \text{ нетто}} = \xi_k \cdot (W_k)_{\text{брутто}} = \xi_k \cdot W_p$$

Коэффициенты ξ и ξ_k определяются по табл. 2 в зависимости от отношения диаметра отверстия к диаметру вала.

Таблица 2

Значения коэффициентов ξ и ξ_k , учитывающие ослабление сечения поперечным отверстием
(все данные относительно оси x-x)

$\frac{d_1}{d}$	0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
ξ	1,00	0,925	0,850	0,775	0,700	0,625	0,550	0,475	0,400	0,330	0,270	0,115	0,17
ξ_r	1,00	0,964	0,626	0,884	0,840	0,791	0,740	0,686	0,630	0,573	0,515	0,458	0,40

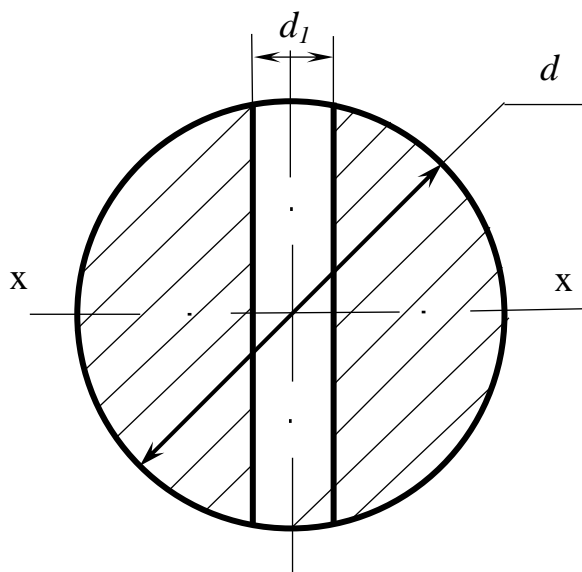


Рис. 11

Приложение 2

Нормальные линейные размеры (в мм) (по ГОСТ 6636-69)

1,0; 1,05; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,0; 2,1; 2,2; 2,4; 2,5; 2,6; 2,8; 3,0; 3,3; 3,4; 3,6; 3,8; 4,0; 4,2; 4,5; 4,8; 5,0; 5,6; 6,0; 6,3; 6,7; 7,1; 7,5; 8,0; 8,5; 8,5; 9,0; 9,5; 10; 10,5; 11; 11,5; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 53; 56; 60; 63; 67; 71; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 120; 125; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 210; 220; 240; 250; 260; 280; 300; 320; 340; 360; 380; 400; 420; 450; 480; 500; 530; 560; 600; 630; 670; 710; 750; 800; 900; 950.

Приложение 3

Общие требования к выполнению титульного листа
(СТП 113221-208-85)

Титульный лист является первым листом расчетно - графической работы и выполняется на листе форматом А4 с размерами сторон 297x210 мм по форме, приведенной в прил. 4.

Текст выполняется основным чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм (допускается написание текста нестандартными шрифтами).

Расстояние от рамки формы до границ текста следует оставлять: в начале строк не менее 5 мм, в конце строк не менее 3 мм. Расстояние от верхней или нижней рамки формы должно быть не менее 10 мм. Абзацы в тексте начинают отступом, равным 15-17 мм.

Обозначение документа, стоящее после наименования расчетно - графической работы (см. прил. 4), составляют из групп букв и цифр, разделенных точкой. В начале обозначения проставляется номер зачетной книжки студента (например, М 81069). Вторая группа обозначения состоит из условного обозначения текстового документа (РГР - расчетно - графическая работа). Третья группа обозначения включает номер расчетно — графической работы (например, 01). Четвертая группа обозначения содержит вариант РГР (например, 101). Если студенту выдано индивидуальное задание, проставляется литера И. Пятая группа обозначения используется по указанию кафедры. Пример выполнения титульного листа в прил.4.

Приложение 4

Пример выполнения титульного листа расчетно-графической работы

<p>5</p> <p>↑</p> <p>↓</p>	<p>ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ</p> <p>Кафедра технической механики</p>
<p>←</p> <p>20</p> <p>→</p>	<p>Расчетно-графическая работа (зачтена, не зачтена)</p> <p>Преподаватель (степень, звание, Ф.И.О.)</p> <p>..... (подпись, дата)</p> <p style="text-align: center;">Расчетно-графическая работа №1 по дисциплине «Сопротивление материалов» M81069.PGP.01.101.00</p> <p style="text-align: right;">Работу выполнил студент группы..... (Ф.И.О.)</p> <p style="text-align: right;">..... (подпись, дата)</p>

Содержание

Предисловие.....	3
Введение.....	3
Порядок оформления и выполнения заданий.....	3
Расчетно-графическая работа №1.....	4
Расчетно-графическая работа №2.....	22
Приложение 1.....	32
Приложение 2.....	46
Приложение 3.....	46
Приложение 4.....	47