

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ (МГТУ ГА)»**

---

**Кафедра технической механики и инженерной графики**

**Ю.В. Петров, В.К. Харина, Т.Н. Хромых**

## **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

**Учебно-методическое пособие**

**по выполнению контрольных домашних заданий**

*для студентов II курса  
направления 25.03.01 и специальности 25.05.05  
очной формы обучения*

Москва  
2019

ББК 605  
П-31

Рецензент:  
*Самойленко В.М.* – д-р техн. наук, профессор

**Петров Ю.В.**

П-31 Сопrotивление материалов: учебно-методическое пособие по выполнению контрольных домашних заданий./ Ю.В. Петров, В.К. Харина, Т.Н. Хромых. – Воронеж: ООО «МИР», 2019. – 32 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Сопrotивление материалов» по учебному плану для обучающихся II курса по направлению подготовки 25.03.01 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей очной формы обучения и специальности 25.05.05 – Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 29.01.2019 г. и методического совета 04.02.2019 г.

*В авторской редакции*

Подписано в печать 12.03.2019 г.  
Формат 60x84/16 Печ.л. 3 Усл. печ. л. 1,86  
3,49 Заказ 438/090435 Тираж 60 экз.

Московский государственный технический университет ГА  
*125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д.20*

Отпечатано ООО «МИР»  
*394033, г. Воронеж, Ленинский пр-т 119А, лит. Я, оф. 215*

## Введение

Соппротивление материалов входит в состав учебных и научных дисциплин, объединенных общим названием «Механика деформируемого тела». Содержание дисциплины включает изучение основных закономерностей сопротивления материалов изменению формы и размеров тел под действием сил, в том числе оценку условий работоспособности и надежности деталей по критериям прочности, жесткости и устойчивости.

Рассмотренные в учебно-методическом пособии контрольные домашние задания выполняются студентами МГТУ ГА очной формы обучения в соответствии с рабочей программой дисциплины «Соппротивление материалов».

В зависимости от отводимого для выполнения заданий времени возможно изменение содержания и объема подлежащих решению задач. Это достигается путем исключения некоторых задач из заданий, а также сокращением объема задач, подлежащих решению. Количество и содержание индивидуальных заданий устанавливается кафедрой в зависимости от объема дисциплины.

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

**В первом семестре** изучения дисциплины студенты выполняют **КДЗ №1, во втором семестре – КДЗ №2**. Сроки выполнения и содержание контрольных домашних заданий устанавливаются кафедрой.

Студенты, проявляющие интерес к более глубокому изучению учебного материала, могут изучать дисциплину по индивидуальному плану. В этом случае программу подготовки следует согласовать с преподавателем, ведущим курс.

## **1 Методические указания о порядке выполнения КДЗ**

### **1.1 Общие указания**

Каждый студент выполняет два контрольных домашних задания. Задачи, входящие в содержание КДЗ, указаны ниже.

При выполнении КДЗ необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

1. Студент обязан выбрать исходные данные для решения КДЗ №1,2 из соответствующих таблиц. Исходной информацией является номер зачетной книжки студента (например, М-151138). Для получения исходных данных используются последние три цифры номера (138), который условно разделяется на две части: десятки (130) и единицы (8). Данные цифры используются для

определения численных значений конкретного варианта задания студента.

Например, для указанного выше номера зачетной книжки (см. таблицу А) выбирается таблица **Вариант 100-199**, тогда по числу десятков (130) выбираются значения:  $P_1=10\text{кН}$ ;  $P_2=-20\text{кН}$ ;  $P_3=30\text{кН}$ ;  $m=0,4$ , а по числу единиц (8) выбираются значения:  $l_1=25\text{см}$ ;  $l_2=30\text{см}$ ;  $l_3=20\text{см}$ ;  $l_4=16\text{см}$ ;  $l_5=12\text{см}$ . Соответствующие строки таблицы А для варианта 138 выделены серым цветом.

Таблица А

## 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

**Работы, выполненные с нарушением данных указаний, не рассматриваются.**

2. Не следует приступать к выполнению контрольных заданий, не изучив соответствующего раздела курса и не решив самостоятельно рекомендованных задач. Если основные положения теории усвоены слабо и студент обратил мало внимания на подробно разобранные в курсе примеры, то при выполнении КДЗ возникнут большие затруднения. Несамостоятельно выполненное задание не дает возможности преподавателю - рецензенту вовремя заметить недостатки в работе студента. В результате студент не приобретает необходимых знаний и оказывается неподготовленным к экзамену.

3. Выполнение и оформление КДЗ должно осуществляться в строгом соответствии с настоящими методическими указаниями.

4. Решение должно сопровождаться краткими, последовательными, без сокращения слов объяснениями и графиками, на которых все входящие в расчет величины должны быть показаны в числах. Надо избегать многословных пояснений и пересказа учебника; студент должен знать, что язык техники - формула и график. При пользовании формулами или данными, отсутствующими в учебнике, необходимо кратко и точно указывать источник (автор, название, издание, страницу, номер формулы).

5. Необходимо указывать единицы всех величин и подчеркивать окончательные результаты.

## **1.2 Порядок оформления и выполнения контрольных домашних заданий**

Задание выполняется на бумаге форматом А4 с размерами сторон 297x210 мм. Титульный лист является первым листом КДЗ и выполняется по форме, приведенной в Приложении 1. Остальные листы контрольного домашнего задания могут оформляться без рамок, но с соблюдением полей.

На первой после титульного листа странице работы приводится только условие задачи и все данные, включая расчётные схемы.

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

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).

Обозначение документа, стоящее после наименования контрольного домашнего задания (см. Приложение 1), составляют из групп букв и цифр, разделенных точкой. В начале обозначения проставляется номер зачетной книжки студента (например, М-181069). Вторая группа обозначения состоит из условного наименования текстового документа (КДЗ – контрольное домашнее задание). Третья группа обозначения включает номер КДЗ (например, 01 или 02). Четвертая группа обозначения содержит вариант КДЗ (например, 069). Пятая группа обозначения используется по указанию кафедры. Если студенту выдано индивидуальное задание, проставляется литера И в пятую группу обозначений.

### 1.3 Содержание и исходные данные для контрольных домашних заданий

#### Контрольное домашнее задание №1

##### Задача №1

#### Расчеты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии

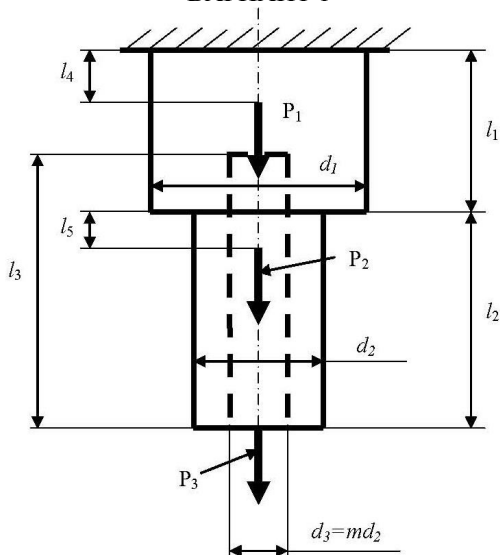
Для заданного ведущим преподавателем варианта стержня (1, 2 или 3) (условные обозначения показаны на расчетной модели стержня):

1. Построить эпюру продольных сил.
2. Выбрать расчетную схему, разделив стержень на характерные участки с различными внутренними продольными усилиями и жесткостью.
3. Подобрать диаметры сечений ( $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ) из условия прочности по заданному пределу текучести материала  $\sigma_T$  и коэффициенту безопасности  $f$  (таблица 1.2), 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 неподвижного сечения (для варианта 3 для сечения, в котором приложена равнодействующая продольная сила  $P_{\text{равн.}}$ ).

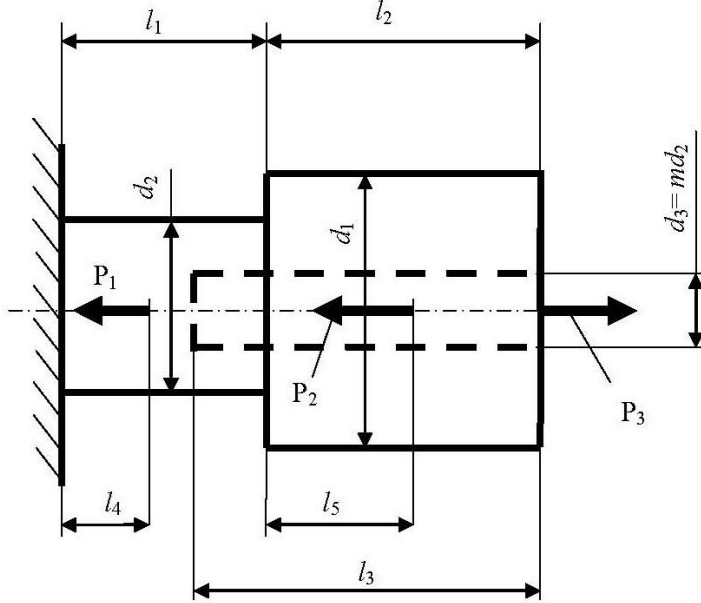
Необходимые для расчета данные взять из таблиц 1.1 и 1.2 исходных данных к задаче №1.

#### Расчетная модель стержня

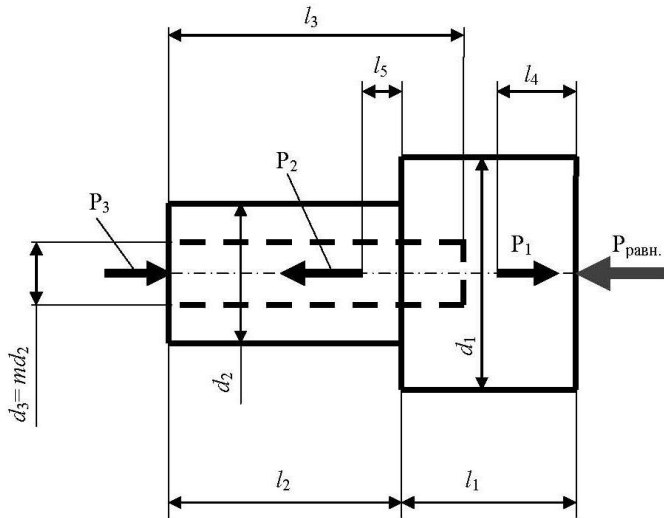
##### ВАРИАНТ 1



## ВАРИАНТ 2



## ВАРИАНТ 3



$P_{\text{равн.}}$  - равнодействующая продольная сила

Таблицы 1.1

## Варианты 001-099

№ варианта	P <sub>1</sub> , кН	P <sub>2</sub> , кН	P <sub>3</sub> , кН	m	№ варианта	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	l <sub>5</sub> , см
000	-20	10	40	0,6	0	10	16	17	6	8
010	-20	40	30	0,5	1	16	20	25	12	16
020	40	-10	20	0,4	2	40	10	22	15	5
030	-20	50	10	0,7	3	10	20	16	6	10
040	50	10	-20	0,6	4	20	16	10	14	8
050	20	50	-10	0,2	5	16	10	12	13	6
060	30	10	20	0,5	6	15	12	10	9	8
070	10	-20	30	0,3	7	12	22	15	10	14
080	30	-40	20	0,5	8	22	15	12	18	9
090	50	20	-30	0,6	9	15	22	12	11	17

## Варианты 100-199

№ варианта	P <sub>1</sub> , кН	P <sub>2</sub> , кН	P <sub>3</sub> , кН	m	№ варианта	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	l <sub>5</sub> , см
100	-10	40	20	0,5	0	22	12	15	14	5
110	-10	20	40	0,6	1	15	25	20	8	10
120	10	-20	50	0,3	2	25	30	15	16	22
130	10	-20	30	0,4	3	30	15	20	20	6
140	-10	20	30	0,5	4	15	30	25	10	16
150	40	10	-20	0,4	5	30	25	35	24	18
160	50	10	20	0,7	6	25	15	17	18	9
170	50	-30	20	0,5	7	20	25	30	10	15
180	-20	40	10	0,6	8	25	30	40	16	12
190	20	-30	50	0,7	9	30	20	25	20	11

## Варианты 200-299

№ варианта	P <sub>1</sub> , кН	P <sub>2</sub> , кН	P <sub>3</sub> , кН	m	№ варианта	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	l <sub>5</sub> , 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 <sub>1</sub> , кН	P <sub>2</sub> , кН	P <sub>3</sub> , кН	m	№ варианта	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	l <sub>5</sub> , 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	30	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 <sub>1</sub> , кН	P <sub>2</sub> , кН	P <sub>3</sub> , кН	m	№ варианта	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	l <sub>5</sub> , 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

## Варианты 500-599

№ варианта	P <sub>1</sub> , кН	P <sub>2</sub> , кН	P <sub>3</sub> , кН	m	№ варианта	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	l <sub>5</sub> , см
500	-20	10	40	0,6	0	10	16	17	6	8
510	-20	40	30	0,5	1	16	20	10	12	16
520	40	-10	20	0,4	2	40	10	12	15	5
530	-20	50	10	0,7	3	10	20	16	6	10
540	50	10	-20	0,6	4	20	16	10	14	8
550	20	50	-10	0,2	5	16	10	12	13	6
560	30	10	20	0,5	6	15	12	10	9	8
570	10	-20	30	0,3	7	12	22	15	10	14
580	30	-40	20	0,5	8	22	15	12	18	9
590	50	20	-30	0,6	9	15	22	12	11	17

## Варианты 600-699

№ варианта	P <sub>1</sub> , кН	P <sub>2</sub> , кН	P <sub>3</sub> , кН	m	№ варианта	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	l <sub>5</sub> , см
600	-10	40	20	0,5	0	22	12	15	14	5
610	-10	20	40	0,6	1	15	25	10	8	10
620	10	-20	50	0,3	2	25	30	15	16	22
630	10	-20	30	0,4	3	30	15	10	20	6
640	-10	20	30	0,5	4	15	30	25	8	16
650	40	10	-20	0,4	5	30	25	15	24	18
660	50	10	20	0,7	6	25	15	17	18	9
670	50	-30	20	0,5	7	20	25	10	10	15
680	-20	40	10	0,6	8	25	30	20	16	12
690	20	-30	50	0,7	9	30	20	15	20	11

## Варианты 700-799

№ варианта	P <sub>1</sub> , кН	P <sub>2</sub> , кН	P <sub>3</sub> , кН	m	№ варианта	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	l <sub>5</sub> , см
700	-30	50	20	0,7	0	20	20	15	14	18
710	-20	30	-10	0,4	1	30	25	20	16	14
720	30	10	-20	0,5	2	25	20	10	12	12
730	20	30	-10	0,6	3	30	18	14	16	10
740	-10	20	50	0,5	4	18	24	10	10	11
750	-20	50	10	0,3	5	24	30	18	18	18
760	10	-20	50	0,4	6	30	24	18	16	14
770	20	40	-10	0,6	7	24	18	10	18	10
780	10	-20	40	0,5	8	18	30	14	10	22
790	40	20	-10	0,6	9	16	24	12	9	10

## Варианты 800-899

№ варианта	P <sub>1</sub> , кН	P <sub>2</sub> , кН	P <sub>3</sub> , кН	m	№ варианта	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	l <sub>5</sub> , см
800	50	-20	10	0,7	0	24	32	16	15	18
810	-10	30	20	0,6	1	32	16	18	18	9
820	-20	10	30	0,5	2	16	32	24	9	20
830	-10	30	20	0,7	3	32	24	16	10	11
840	20	50	-30	0,4	4	24	16	20	16	6
850	10	-20	40	0,5	5	40	15	20	32	10
860	40	-20	10	0,4	6	15	20	10	6	12
870	-10	40	20	0,3	7	20	40	15	13	28
880	50	-20	10	0,6	8	40	20	15	24	11
890	10	50	-20	0,5	9	20	15	10	11	6

## Варианты 900-999

№ варианта	P <sub>1</sub> , кН	P <sub>2</sub> , кН	P <sub>3</sub> , кН	m	№ варианта	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	l <sub>5</sub> , см
900	-20	10	50	0,4	0	16	14	10	9	8
910	20	-10	60	0,7	1	18	32	24	10	18
920	-20	10	20	0,5	2	32	24	18	22	14
930	10	30	-20	0,6	3	24	18	22	10	9
940	20	40	-10	0,3	4	18	24	22	9	16
950	30	20	-10	0,2	5	24	32	18	13	20
960	50	-20	10	0,5	6	32	18	20	22	10
970	40	20	-10	0,7	7	14	22	10	8	16
980	50	-30	20	0,4	8	22	30	14	12	24
990	30	-20	50	0,6	9	30	14	12	16	6

Таблица 1.2

## Варианты 001-099

№ вар.	Наименование материала	Марка материала	$\sigma_t$ , МПа	E, МПа	№ вар.	<i>f</i>
000	Сталь	Сталь 10	210	$1,90 \cdot 10^5$	0	1,4
010	Алюминиевый сплав	АМг-2П	210	$0,7 \cdot 10^5$	1	1,7
020	Титановый сплав	BT1	470	$1,25 \cdot 10^5$	2	2,0
030	Сталь	Сталь 20	250	$2,02 \cdot 10^5$	3	1,5
040	Алюминиевый сплав	АМг-6	170	$0,7 \cdot 10^5$	4	1,8
050	Магниевый сплав	МА1	140	$0,4 \cdot 10^5$	5	1,8
060	Сталь	Сталь 3С	300	$2,0 \cdot 10^5$	6	1,6
070	Алюминиевый сплав	Д1Т	250	$0,71 \cdot 10^5$	7	1,9
080	Титановый сплав	OT4	550	$1,1 \cdot 10^5$	8	1,8
090	Сталь	Сталь 40	340	$2,14 \cdot 10^5$	9	1,7

## Варианты 100-199

№ вар.	Наименование материала	Марка материала	$\sigma_t$ , МПа	E, МПа	№ вар.	<i>f</i>
100	Алюминиевый сплав	Д6(3)	300	$0,75 \cdot 10^5$	0	1,2
110	Магниевый сплав	МА3	220	$0,43 \cdot 10^5$	1	1,7
120	Сталь	Сталь 45	360	$2,04 \cdot 10^5$	2	1,8
130	Алюминиевый сплав	Д16	290	$0,71 \cdot 10^5$	3	1,5
140	Титановый сплав	BT8	950	$1,1 \cdot 10^5$	4	1,6
150	Сталь	Сталь 45	380	$2,20 \cdot 10^5$	5	1,9
160	Алюминиевый сплав	AK4-1	280	$0,72 \cdot 10^5$	6	1,5
170	Магниевый сплав	BM65-1	300	$0,43 \cdot 10^5$	7	1,6
180	Сталь	Сталь 60	410	$2,08 \cdot 10^5$	8	2,0
190	Алюминиевый сплав	ВД17	330	$0,71 \cdot 10^5$	9	1,7

## Варианты 200-299

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

## Варианты 300-399

№ вар.	Наименование материала	Марка материала	$\sigma_T$ , МПа	E, МПа	№ вар.	f
300	Сталь	Сталь 30Г	320	$2,17 \cdot 10^5$	0	1,8
310	Алюминиевый сплав	АЛ1	170	$0,72 \cdot 10^5$	1	1,6
320	Титановый сплав	BT3-1	850	$1,15 \cdot 10^5$	2	1,2
330	Магнийевый сплав	МЛ6	110	$0,42 \cdot 10^5$	3	1,1
340	Сталь	Сталь 40X	650	$2,19 \cdot 10^5$	4	1,5
350	Сталь	Сталь 45	380	$2,20 \cdot 10^5$	5	1,4
360	Алюминиевый сплав	АК4-1	280	$0,72 \cdot 10^5$	6	1,3
370	Магнийевый сплав	BM65-1	300	$0,43 \cdot 10^5$	7	1,8
380	Сталь	Сталь 60	410	$2,08 \cdot 10^5$	8	1,6
390	Алюминиевый сплав	ВД17	330	$0,71 \cdot 10^5$	9	1,7

## Варианты 400-499

№ вар.	Наименование материала	Марка материала	$\sigma_T$ , МПа	$E$ , МПа	№ вар.	$f$
400	Сталь	Сталь 10	210	$1,90 \cdot 10^5$	0	1,4
410	Алюминиевый сплав	АМг-2П	210	$0,7 \cdot 10^5$	1	1,7
420	Титановый сплав	BT1	470	$1,25 \cdot 10^5$	2	2,0
430	Сталь	Сталь 20	250	$2,02 \cdot 10^5$	3	1,5
440	Алюминиевый сплав	АМг-6	170	$0,7 \cdot 10^5$	4	1,8
450	Магниевый сплав	МА1	140	$0,4 \cdot 10^5$	5	1,8
460	Сталь	Сталь 3С	300	$2,0 \cdot 10^5$	6	1,6
470	Алюминиевый сплав	Д1Т	250	$0,71 \cdot 10^5$	7	1,9
480	Титановый сплав	OT4	550	$1,1 \cdot 10^5$	8	1,8
490	Сталь	Сталь 40	340	$2,14 \cdot 10^5$	9	1,7

## Варианты 500-599

№ вар.	Наименование материала	Марка материала	$\sigma_T$ , МПа	$E$ , МПа	№ вар.	$f$
500	Алюминиевый сплав	Д6(3)	300	$0,75 \cdot 10^5$	0	1,4
510	Магниевый сплав	МА3	220	$0,43 \cdot 10^5$	1	1,7
520	Сталь	Сталь 45	360	$2,04 \cdot 10^5$	2	1,8
530	Алюминиевый сплав	Д16	290	$0,71 \cdot 10^5$	3	1,5
540	Титановый сплав	BT8	950	$1,1 \cdot 10^5$	4	1,6
550	Сталь	Сталь 45	380	$2,20 \cdot 10^5$	5	1,9
560	Алюминиевый сплав	АК4-1	280	$0,72 \cdot 10^5$	6	1,5
570	Магниевый сплав	BM65-1	300	$0,43 \cdot 10^5$	7	1,6
580	Сталь	Сталь 60	410	$2,08 \cdot 10^5$	8	2,0
590	Алюминиевый сплав	ВД17	330	$0,71 \cdot 10^5$	9	1,7

## Варианты 600-699

№ вар.	Наименование материала	Марка материала	$\sigma_r$ , МПа	E, МПа	№ вар.	$f$
600	Сталь	Сталь 30Г	320	$2,17 \cdot 10^5$	0	1,3
610	Алюминиевый сплав	АЛ1	170	$0,72 \cdot 10^5$	1	1,4
620	Титановый сплав	BT3-1	850	$1,15 \cdot 10^5$	2	1,5
630	Магниевый сплав	МЛ6	110	$0,42 \cdot 10^5$	3	1,6
640	Сталь	Сталь 40X	650	$2,19 \cdot 10^5$	4	1,7
650	Алюминиевый сплав	АЛ3	120	$0,7 \cdot 10^5$	5	1,2
660	Титановый сплав	BT14	850	$1,15 \cdot 10^5$	6	1,3
670	Сталь	Сталь 1X18H9T	240	$2,0 \cdot 10^5$	7	1,4
680	Алюминиевый сплав	АЛ19	160	$0,7 \cdot 10^5$	8	1,5
690	Магниевый сплав	МЛ6 (терм)	140	$0,42 \cdot 10^5$	9	1,6

## Варианты 700-799

№ вар.	Наименование материала	Марка материала	$\sigma_r$ , МПа	E, МПа	№ вар.	$f$
700	Сталь	Сталь 10	210	$1,90 \cdot 10^5$	0	1,7
710	Алюминиевый сплав	АМг-2П	210	$0,7 \cdot 10^5$	1	1,8
720	Титановый сплав	BT1	470	$1,25 \cdot 10^5$	2	1,5
730	Сталь	Сталь 20	250	$2,02 \cdot 10^5$	3	1,6
740	Алюминиевый сплав	АМг-6	170	$0,7 \cdot 10^5$	4	1,1
750	Магниевый сплав	МА1	140	$0,4 \cdot 10^5$	5	1,3
760	Сталь	Сталь 3С	300	$2,0 \cdot 10^5$	6	1,7
770	Алюминиевый сплав	Д1Т	250	$0,71 \cdot 10^5$	7	1,4
780	Титановый сплав	OT4	550	$1,1 \cdot 10^5$	8	1,8
790	Сталь	Сталь 40	340	$2,14 \cdot 10^5$	9	1,6

## Варианты 800-899

№ вар.	Наименование материала	Марка материала	$\sigma_T$ , МПа	E, МПа	№ вар.	$f$
800	Алюминиевый сплав	Д6(3)	300	$0,75 \cdot 10^5$	0	1,4
810	Магниевого сплав	МА3	220	$0,43 \cdot 10^5$	1	1,7
820	Сталь	Сталь 45	360	$2,04 \cdot 10^5$	2	1,8
830	Алюминиевый сплав	Д16	290	$0,71 \cdot 10^5$	3	1,5
840	Титановый сплав	BT8	950	$1,1 \cdot 10^5$	4	1,6
850	Сталь	Сталь 45	380	$2,20 \cdot 10^5$	5	1,9
860	Алюминиевый сплав	AK4-1	280	$0,72 \cdot 10^5$	6	1,5
870	Магниевого сплав	BM65-1	300	$0,43 \cdot 10^5$	7	1,6
880	Сталь	Сталь 60	410	$2,08 \cdot 10^5$	8	2,0
890	Алюминиевый сплав	ВД17	330	$0,71 \cdot 10^5$	9	1,7

## Варианты 900-999

№ вар.	Наименование материала	Марка материала	$\sigma_T$ , МПа	E, МПа	№ вар.	$f$
900	Сталь	Сталь 30Г	320	$2,17 \cdot 10^5$	0	1,3
910	Алюминиевый сплав	АЛ1	170	$0,72 \cdot 10^5$	1	1,4
920	Титановый сплав	BT3-1	850	$1,15 \cdot 10^5$	2	1,5
930	Магниевого сплав	МЛ6	110	$0,42 \cdot 10^5$	3	1,6
940	Сталь	Сталь 40X	650	$2,19 \cdot 10^5$	4	1,7
950	Алюминиевый сплав	АЛ3	120	$0,7 \cdot 10^5$	5	1,2
960	Титановый сплав	BT14	850	$1,15 \cdot 10^5$	6	1,3
970	Сталь	Сталь 1X18H9T	240	$2,0 \cdot 10^5$	7	1,4
980	Алюминиевый сплав	АЛ19	160	$0,7 \cdot 10^5$	8	1,5
990	Магниевого сплав	МЛ6 (терм)	140	$0,42 \cdot 10^5$	9	1,6



## Контрольное домашнее задание №1 Задача №2

### Расчеты на прочность и жесткость при кручении

Вариант расчетной модели вала (1, 2 или 3) определяется ведущим преподавателем учебной дисциплины.

1. Для вала, нагруженного крутящими моментами  $M_i$  (при формировании расчетной схемы необходимо учесть знаки моментов  $M_i$  в соответствии с таблицей 2.1) и уравнивающим моментом  $M_y$ , определить значение момента  $M_y$  и построить эпюру крутящих моментов. Принять  $l_0=10\text{см}$ .

2. Подобрать из условия прочности по допускаемым напряжениям диаметры вала, если  $[\tau] = 150 \text{ МПа}$ .

3. Построить эпюру углов поворота сечений вала по его длине относительно левого конечного сечения. Принять модуль сдвига  $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ .

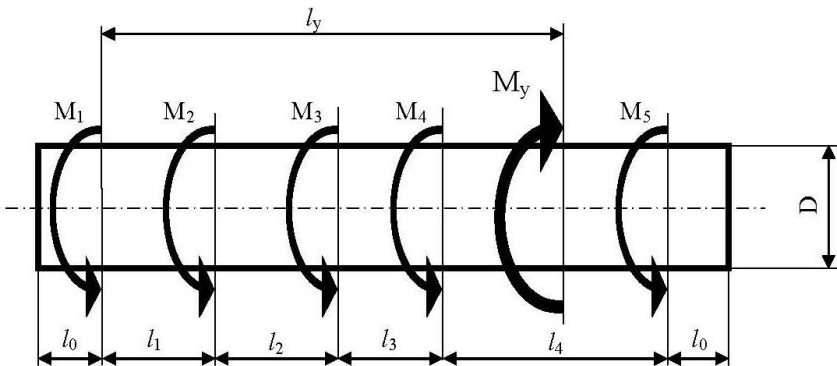
4. Для **варианта 1** подобрать из условия прочности по допускаемым напряжениям поперечные размеры вала кольцевого сечения с ориентировочным соотношением диаметров  $D/d$  ( $D$ - наружный диаметр вала;  $d$ -внутренний диаметр вала кольцевого сечения), заданным вариантом задания (предпоследний столбец таблицы 2.1).

5. Построить эпюры распределения касательных напряжений по радиусам в опасных сечениях вала.

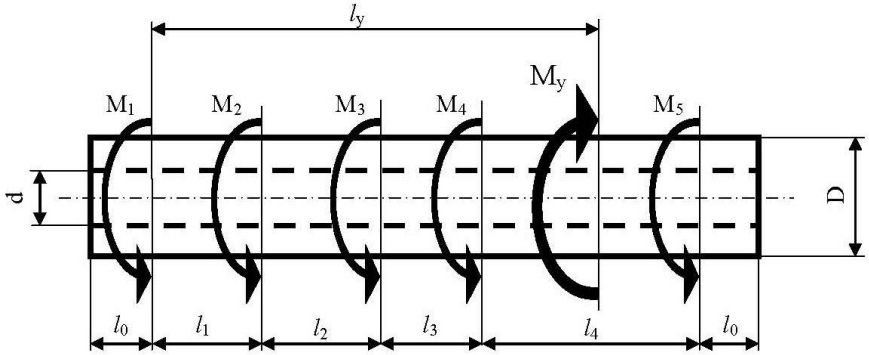
Необходимые для расчета данные взять из таблиц 2.1 исходных данных к задаче №2.

### Расчетная модель вала

#### ВАРИАНТ 1



## ВАРИАНТ 2



## ВАРИАНТ 3

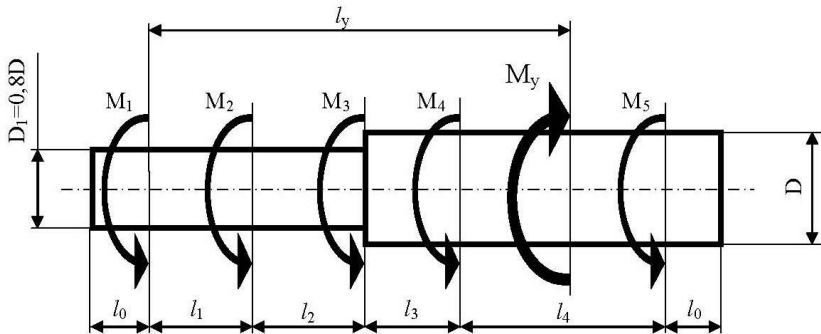


Таблица 2.1

## Варианты 001-099

№ вар.	M <sub>1</sub> , Нм	M <sub>2</sub> , Нм	M <sub>3</sub> , Нм	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	№ вар.	M <sub>4</sub> , Нм	M <sub>5</sub> , Нм	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	D/d	l <sub>y</sub> , см
000	1000	-500	-700	40	35	0	800	2000	60	45	1.5	20
010	2000	-400	-800	50	30	1	1600	1100	55	35	1.7	60
020	400	2000	-800	35	40	2	2000	-800	45	50	2.1	45
030	1500	-300	-600	50	35	3	1100	1600	30	55	1.4	100
040	1200	-700	1500	35	40	4	-500	1000	45	50	1.1	120
050	500	-600	1000	45	40	5	2000	-500	50	35	1.6	25
060	-800	2000	-400	60	30	6	-700	1800	45	35	1.8	70
070	1000	-700	1600	40	25	7	1800	-900	30	30	1.3	80
080	-600	1500	300	25	30	8	-900	1500	55	20	2.5	120
090	1600	-600	1200	35	50	9	1500	-600	55	25	1.6	100

## Варианты 100-199

№ вар.	M <sub>1</sub> , Нм	M <sub>2</sub> , Нм	M <sub>3</sub> , Нм	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	№ вар.	M <sub>4</sub> , Нм	M <sub>5</sub> , Нм	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	D/d	l <sub>y</sub> , см
100	-700	800	-200	38	45	0	1000	2500	60	45	1.8	25
110	-300	-600	1500	50	32	1	1200	-700	40	35	1.3	60
120	-600	1500	300	40	37	2	1400	-700	45	50	2.5	90
130	1500	-900	1100	37	50	3	1600	-500	30	45	1.4	130
140	1100	-800	1400	42	35	4	1800	-400	50	40	1.1	30
150	200	-500	700	30	40	5	-800	1000	35	50	1.5	85
160	1300	-400	1000	60	24	6	1000	400	40	30	1.7	70
170	-900	1300	1000	40	26	7	-700	1200	25	35	1.9	100
180	1000	1200	-600	25	20	8	1200	-600	55	40	2.4	35
190	1200	-600	1000	35	55	9	-600	1800	48	27	1.1	100

## Варианты 200-299

№ вар.	M <sub>1</sub> , Нм	M <sub>2</sub> , Нм	M <sub>3</sub> , Нм	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	№ вар.	M <sub>4</sub> , Нм	M <sub>5</sub> , Нм	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	D/d	l <sub>y</sub> , см
200	1200	1000	-700	50	32	0	-400	1800	40	25	1.5	25
210	200	2000	-500	45	52	1	-500	1600	44	38	1.7	60
220	1600	400	-800	43	36	2	-300	1400	44	51	2.1	90
230	-900	1500	2000	40	48	3	700	1200	52	24	1.4	150
240	1000	1200	-400	44	31	4	-500	1000	64	25	1.1	30
250	1600	-500	2000	31	48	5	-800	-600	54	38	1.6	50
260	-600	1600	-500	52	40	6	-600	1200	34	50	1.8	100
270	-800	1200	700	30	53	7	1200	-700	36	52	1.3	140
280	800	1100	-600	24	62	8	-700	1000	46	24	2.5	15
290	-700	1400	600	46	40	9	1000	-600	32	54	1.6	60

## Варианты 300-399

№ вар.	M <sub>1</sub> , Нм	M <sub>2</sub> , Нм	M <sub>3</sub> , Нм	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	№ вар.	M <sub>4</sub> , Нм	M <sub>5</sub> , Нм	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	D/d	l <sub>y</sub> , см
300	-900	1600	1200	24	48	0	1000	-500	37	55	1.8	15
310	1500	6000	-300	54	32	1	1600	-600	46	40	1.3	70
320	-700	1000	1600	30	50	2	-800	2000	38	22	2.5	90
330	2000	-800	400	53	40	3	1000	1600	41	60	1.4	40
340	-700	-500	1000	52	25	4	2000	800	51	44	1.1	60
350	-900	1200	1600	40	36	5	-600	1500	62	38	1.5	90
360	-300	1500	-600	50	26	6	1100	900	49	27	1.7	95
370	2000	-400	-800	44	33	7	900	1800	50	42	1.9	20
380	400	2000	800	30	48	8	1800	700	38	53	2.4	50
390	500	900	700	62	40	9	-500	2000	36	42	1.1	30

## Варианты 400-499

№ вар.	M <sub>1</sub> , Нм	M <sub>2</sub> , Нм	M <sub>3</sub> , Нм	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	№ вар.	M <sub>4</sub> , Нм	M <sub>5</sub> , Нм	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	D/d	l <sub>y</sub> , см
400	1600	1200	-600	43	60	0	2000	-500	26	38	1.8	30
410	-600	1000	1200	35	50	1	-400	1800	25	33	1.3	50
420	1500	1100	1300	56	31	2	1600	-600	34	20	2.5	95
430	-800	2000	-700	28	44	3	-500	1700	55	36	1.4	140
440	1000	1300	1400	40	64	4	1600	1000	46	35	1.1	45
450	1400	1200	-800	36	38	5	-600	1800	28	30	1.5	55
460	1200	1500	-900	32	51	6	1400	1200	29	32	1.7	100
470	1900	1300	-600	63	20	7	-700	1400	32	28	1.9	120
480	-800	1700	1300	30	50	8	1200	1600	32	44	2.4	15
490	2000	-800	500	26	63	9	-900	1300	45	24	1.1	50

## Варианты 500-599

№ вар.	M <sub>1</sub> , Нм	M <sub>2</sub> , Нм	M <sub>3</sub> , Нм	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	№ вар.	M <sub>4</sub> , Нм	M <sub>5</sub> , Нм	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	D/d	l <sub>y</sub> , см
500	1000	-500	-700	40	35	0	800	2000	60	45	1,5	25
510	2000	-400	-800	50	30	1	1600	1100	55	35	1.7	60
520	-400	2000	-800	35	40	2	2000	800	45	50	2.1	90
530	1500	300	-600	50	35	3	1100	1600	30	55	1.4	130
540	1200	-800	1500	35	40	4	-500	1000	45	50	1.1	20
550	500	-600	1000	45	40	5	2000	-500	50	35	1.6	60
560	800	2000	400	60	30	6	700	1800	45	35	1.8	100
570	1000	7-00	1600	40	25	7	1800	-900	30	30	1.3	110
580	-600	1500	300	25	30	8	900	1500	55	20	2.5	15
590	1600	-200	1200	35	50	9	1500	600	55	25	1.6	55

## Варианты 600-699

№ вар.	M <sub>1</sub> , Нм	M <sub>2</sub> , Нм	M <sub>3</sub> , Нм	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	№ вар.	M <sub>4</sub> , Нм	M <sub>5</sub> , Нм	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	D/d	l <sub>y</sub> , см
600	700	-800	-200	38	45	0	1000	700	60	45	1.8	20
610	300	-600	1500	50	32	1	1200	-700	40	35	1.3	65
620	-600	1500	300	40	37	2	1400	-300	45	50	2.5	90
630	1500	-300	1100	37	50	3	1600	-500	30	45	1.4	120
640	1100	-800	1400	42	35	4	1800	-400	50	40	1.1	30
650	200	500	-700	30	40	5	-800	1000	35	50	1.5	50
660	1300	400	1000	60	24	6	1000	-800	40	30	1.7	100
670	-400	1300	1000	40	26	7	-700	1200	25	35	1.9	100
680	1000	1200	-600	25	20	8	1200	-600	55	40	2.4	15
690	1200	-600	1000	35	55	9	-600	1800	48	27	1.1	45

## Варианты 700-799

№ вар.	M <sub>1</sub> , Нм	M <sub>2</sub> , Нм	M <sub>3</sub> , Нм	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	№ вар.	M <sub>4</sub> , Нм	M <sub>5</sub> , Нм	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	D/d	l <sub>y</sub> , см
700	1200	1000	-700	50	32	0	-400	1800	40	25	1.5	30
710	-900	2000	1500	45	52	1	-500	1600	44	38	1.7	60
720	1600	-400	-800	43	36	2	-300	1400	44	51	2.1	100
730	-400	1500	2000	40	48	3	-700	1200	52	24	1.4	150
740	1000	1200	-400	44	31	4	-500	1000	64	25	1.1	25
750	1600	-500	2000	31	48	5	-800	600	54	38	1.6	55
760	600	1600	-500	52	40	6	-600	1200	34	50	1.8	140
770	-800	1200	700	30	53	7	1200	-700	36	52	1.3	60
780	800	1100	-600	24	62	8	-700	1000	46	24	2.5	100
790	700	1400	-600	46	40	9	1000	-800	32	54	1.6	135

## Варианты 800-899

№ вар.	M <sub>1</sub> , Нм	M <sub>2</sub> , Нм	M <sub>3</sub> , Нм	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	№ вар.	M <sub>4</sub> , Нм	M <sub>5</sub> , Нм	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	D/d	l <sub>y</sub> , см
800	-900	1600	1200	24	48	0	1000	-500	37	55	1.8	15
810	1500	6000	-800	54	32	1	1600	-700	46	40	1.3	75
820	-700	1000	1600	30	50	2	-800	2000	38	22	2.5	90
830	2000	-800	-400	53	40	3	1000	1600	41	60	1.4	150
840	-700	500	1000	52	25	4	2000	-800	51	44	1.1	30
850	-700	1200	1600	40	36	5	600	1500	62	38	1.5	55
860	-600	1500	600	50	26	6	1100	-900	49	27	1.7	90
870	2000	400	-800	44	33	7	-900	1800	50	42	1.9	140
880	400	2000	-800	30	48	8	1800	-700	38	53	2.4	15
890	500	500	-700	62	40	9	500	2000	36	42	1.1	85

## Варианты 900-999

№ вар.	M <sub>1</sub> , Нм	M <sub>2</sub> , Нм	M <sub>3</sub> , Нм	l <sub>1</sub> , см	l <sub>2</sub> , см	№ вар.	M <sub>4</sub> , Нм	M <sub>5</sub> , Нм	l <sub>3</sub> , см	l <sub>4</sub> , см	D/d	l <sub>y</sub> , см
900	1600	1200	-700	43	60	0	2000	-500	26	38	1.8	30
910	-600	1000	1200	35	50	1	-400	1800	25	33	1.3	50
920	1500	1100	1300	56	31	2	1600	-600	34	20	2.5	100
930	-800	2000	-700	28	44	3	-500	1700	55	36	1.4	135
940	1000	1300	1400	40	64	4	1600	1000	46	35	1.1	20
950	1400	1200	-800	36	38	5	-600	1800	28	30	1.5	55
960	1200	1500	-900	32	51	6	1400	1200	29	32	1.7	100
970	1900	1300	-600	63	20	7	-700	1400	32	28	1.9	130
980	800	1700	1300	30	50	8	1200	1600	32	44	2.4	15
990	2000	800	500	26	63	9	900	1300	45	24	1.1	50

## Контрольное домашнее задание №2

### Расчеты на прочность и жесткость при изгибе

1. Для заданной серии балок (последний столбец таблицы 3.1) построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов (при формировании расчетной схемы необходимо учесть знаки внешней сосредоточенной силы, момента и распределенной нагрузки в соответствии с таблицей 3.1). Порядок выбора варианта КДЗ №2 описан в п.1.1 настоящих методических указаний.

Исходные данные для расчетов приведены в таблице 3.1.

2. Для балки №2:

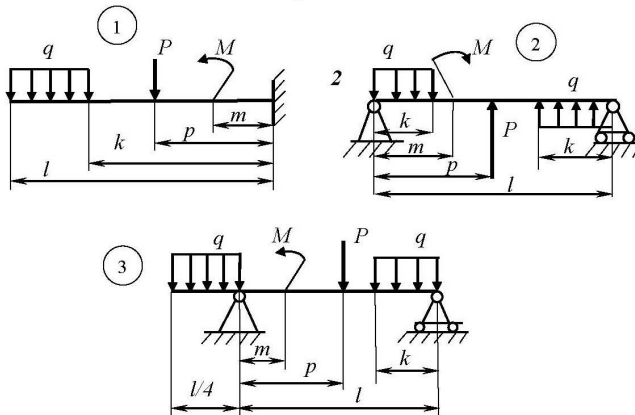
2.1. Выявить с помощью эпюр внутренних силовых факторов опасные сечения. Для одного из них (рекомендуется выбрать сечение, в котором изгибающий момент достигает максимального значения) подобрать стандартный профиль для сечения балки (рекомендуется стальной двутавр) из условия прочности по допускаемым напряжениям. Принять  $[\sigma] = 180 \text{ МПа}$ .

2.2. Построить эпюры нормальных и касательных напряжений по высоте выбранного поперечного сечения, указать опасные точки. Определить коэффициент запаса прочности балки в условиях прямого поперечного изгиба, используя теорию наибольших касательных напряжений.

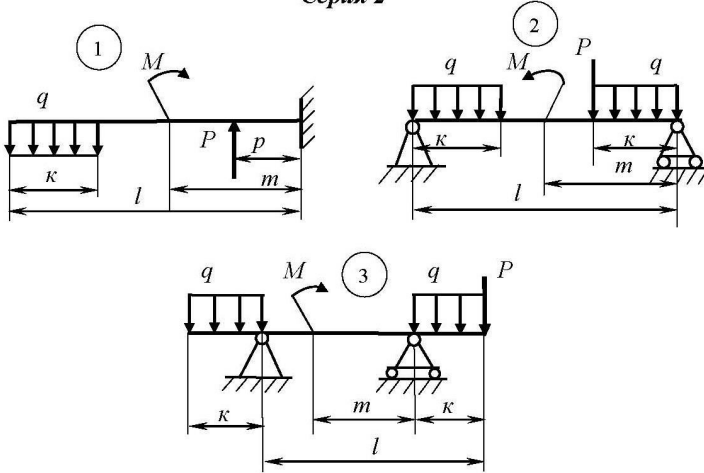
3. Для балки №1 (консольно-зашемленная балка), используя интегралы Мора (правило Верещагина), определить угол поворота поперечного сечения, в котором приложена сосредоточенная сила  $P$ .

### Схемы балок к задаче №3

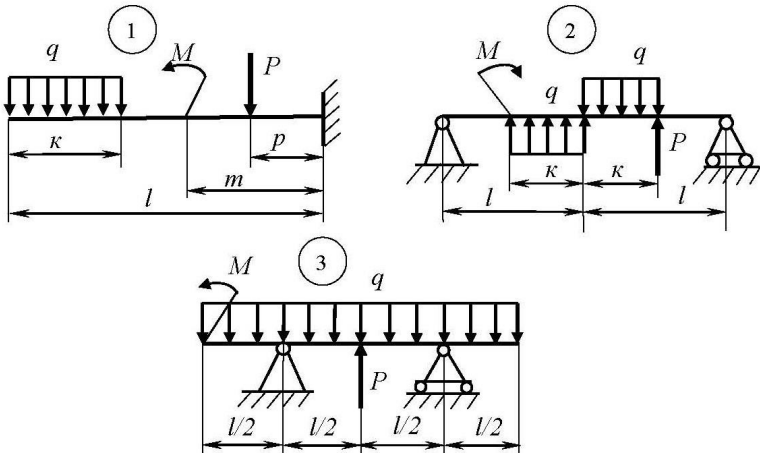
#### Серия 1



## Серия 2

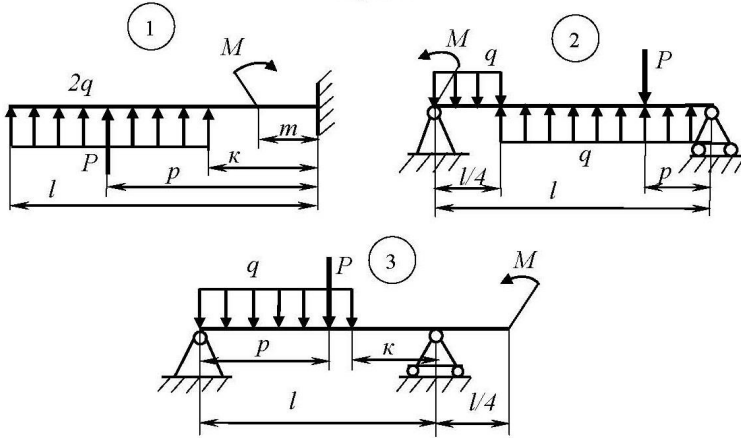


## Серия 3

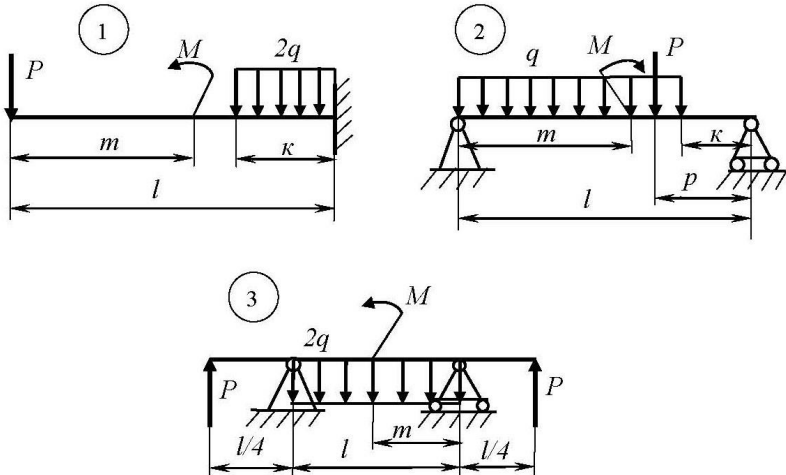




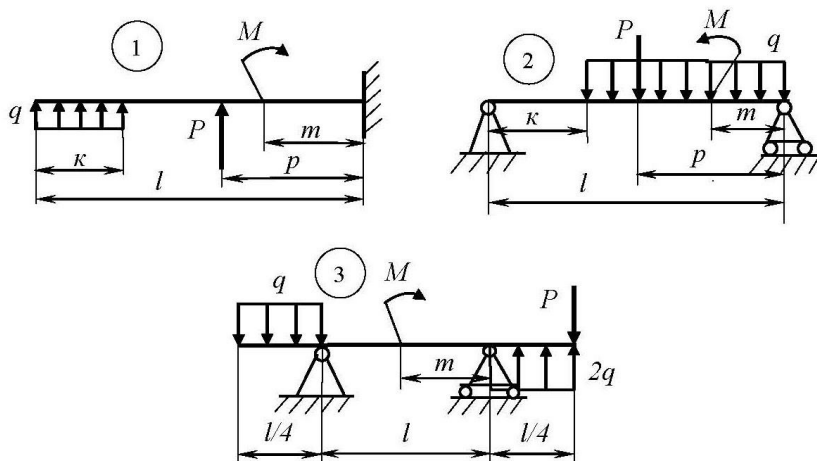
## Серия 4



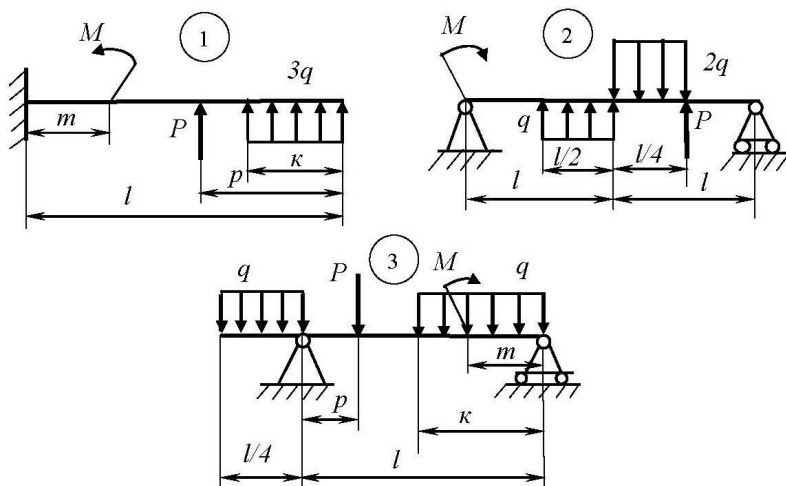
## Серия 5



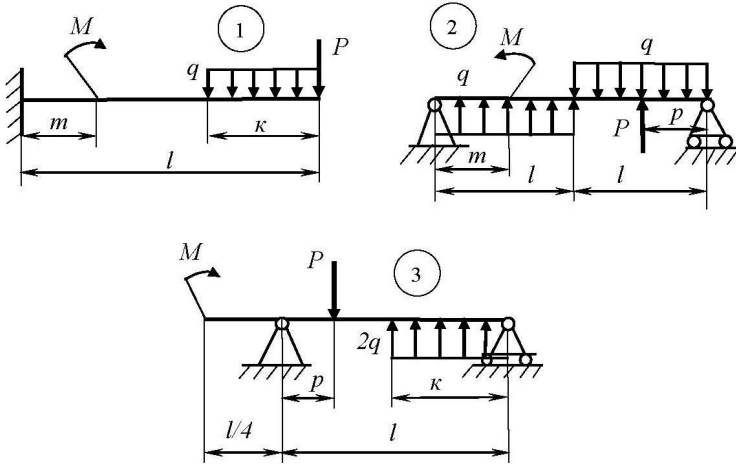
## Серия 6



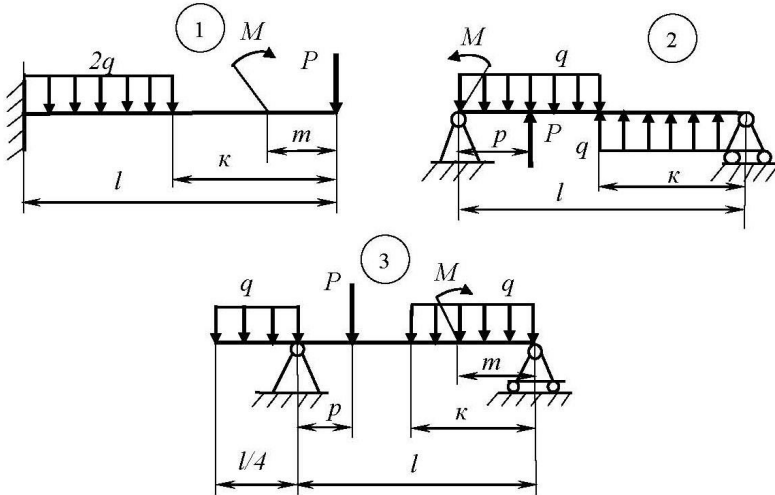
## Серия 7



## Серия 8



## Серия 9



## Серия 10

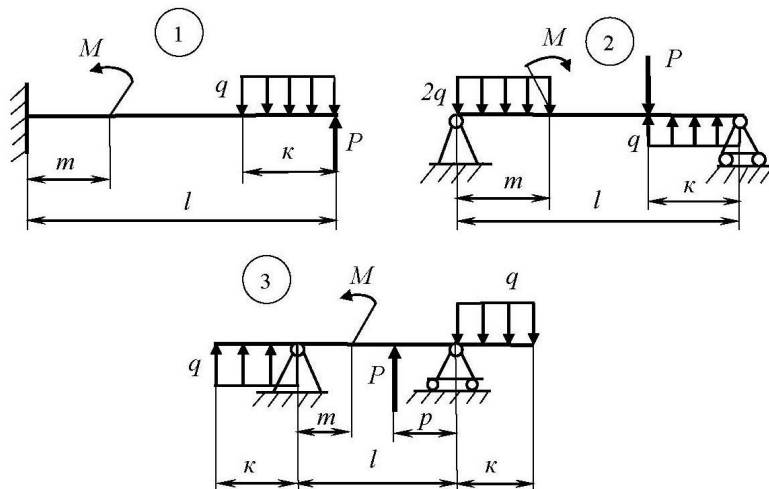


Таблица 3.1

Варианты 001- 099 (серым цветом показан вариант 056)

№ варианта	M, кНм	P, кН	q, кН/м	№ вар.	l, м	m, м	κ, м	p, м	Серия №
000	-23	46	14	0	1,6	0,5	1,2	0,8	1
010	26	-48	19	1	1,6	0,8	1,1	0,5	2
020	34	62	-13	2	1,2	0,9	0,4	0,2	3
030	24	-81	-40	3	1,6	0,3	0,6	1,3	4
040	10	-60	26	4	1,4	1,1	0,3	0,7	5
050	30	-42	22	5	1,2	0,6	0,4	1,0	6
060	32	18	-40	6	1,5	0,5	1,1	0,8	7
070	36	-40	18	7	1,5	1,1	0,5	0,3	8
080	32	-46	19	8	1,1	0,2	0,4	0,8	9
090	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	M, кНм	P, кН	q, кН/м	№ вар.	l, м	m, м	κ, м	p, 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	20	9	1,5	0,4	0,5	1,1	4

## Варианты 500-599

№ варианта	M, кНм	P, кН	q, кН/м	№ вар.	l, м	m, м	κ, м	p, м	Серия №
500	23	-46	14	0	1,6	0,5	1,2	0,8	1
510	26	-48	19	1	1,6	0,8	1,1	0,5	2
520	-34	62	13	2	1,2	0,9	0,4	0,2	3
530	24	-81	40	3	1,6	0,3	0,6	1,3	4
540	10	60	-26	4	1,4	1,1	0,3	0,7	5
550	30	-42	22	5	1,2	0,6	0,4	1,0	6
560	-32	18	40	6	1,5	0,5	1,1	0,8	7
570	36	-40	18	7	1,5	1,1	0,5	0,3	8
580	32	46	-19	8	1,1	0,2	0,4	0,8	9
590	18	-45	30	9	1,2	0,2	0,4	0,8	10

## Варианты 600 - 699

№ варианта	M, кНм	P, кН	q, кН/м	№ вар.	l, м	m, м	κ, м	p, м	Серия №
600	21	-56	18	0	1,1	0,5	0,8	0,4	2
610	12	-61	12	1	1,8	1,3	0,6	0,3	3
620	24	70	-20	2	1,4	0,3	0,5	1,2	4
630	-28	-65	30	3	1,6	1,1	0,4	0,8	5
640	40	-100	16	4	1,6	0,8	0,6	1,2	6
650	40	-82	20	5	1,2	0,4	0,8	0,5	7
660	21	66	-32	6	1,4	1,1	0,5	0,2	8
670	36	-72	28	7	1,2	0,3	0,5	0,9	9
680	28	-48	10	8	1,4	0,4	0,5	1,1	10
690	29	-54	12	9	1,3	0,4	1,0	0,6	1

## Варианты 700-799

№ варианта	M, кНм	P, кН	q, кН/м	№ вар.	l, м	m, м	κ, м	ρ, м	Серия №
700	12	13	-46	0	1,4	1,1	0,5	0,2	3
710	18	40	-38	1	1,6	0,3	0,5	0,8	4
720	21	30	-22	2	1,1	0,8	0,3	0,6	5
730	30	-28	42	3	1,6	0,8	0,5	1,1	6
740	47	-24	58	4	1,0	0,4	0,8	0,5	7
750	32	42	-60	5	1,7	1,1	0,5	0,3	8
760	42	-38	56	6	1,6	0,3	0,5	1,1	9
770	-30	43	33	7	1,8	0,4	0,6	1,3	10
780	24	-36	38	8	1,5	0,5	1,1	0,8	1
790	40	22	-61	9	1,6	0,8	1,2	0,5	2

## Варианты 800-899

№ варианта	M, кНм	P, кН	q, кН/м	№ вар.	l, м	m, м	κ, м	ρ, м	Серия №
800	-28	30	12	0	1,5	0,4	0,6	1,0	4
810	26	-35	20	1	1,6	1,2	0,4	0,8	5
820	30	28	-26	2	1,8	0,9	0,6	1,3	6
830	12	-43	20	3	1,6	0,5	1,3	1,4	7
840	20	-54	22	4	1,1	0,8	0,4	0,3	8
850	42	-40	16	5	1,4	0,3	0,5	1,1	9
860	32	40	-18	6	1,7	0,4	0,6	1,2	10
870	36	-48	28	7	1,1	0,4	0,8	0,6	1
880	32	-42	26	8	1,0	0,5	0,8	0,3	2
890	-28	45	40	9	1,5	0,9	0,5	0,3	3

## Варианты 900-999

№ варианта	M, кНм	P, кН	q, кН/м	№ вар.	l, м	m, м	κ, м	ρ, м	Серия №
900	-30	22	30	0	1,0	0,4	0,8	0,5	5
910	24	-30	21	1	1,4	0,8	1,2	0,5	6
920	29	32	-22	2	1,4	1,2	0,5	0,2	7
930	38	-20	26	3	1,6	0,4	0,6	1,2	8
940	21	33	-40	4	1,5	0,2	0,4	0,8	9
950	-18	-21	26	5	1,0	0,4	0,3	0,7	10
960	27	36	-22	6	1,4	0,4	0,8	0,5	1
970	18	-20	40	7	1,4	1,1	0,5	0,4	2
980	21	-28	-34	8	1,3	0,3	0,5	1,0	3
990	30	-40	20	9	1,5	0,4	0,5	1,1	4

**Приложение 1**

*Пример оформления титульного листа контрольного домашнего задания*

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Кафедра технической механики и инженерной графики

Контрольная работа

.....  
(зачтена, не зачтена)

Преподаватель

.....  
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

.....  
(подпись, дата)

**Контрольное домашнее задание по дисциплине  
«Сопротивление материалов»  
М-181069.КДЗ 01(02).069.00**

Работу выполнил

студент группы.....

.....  
(Ф.И.О.)

.....  
(подпись, дата)

Москва 2019 г.