

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Московский политехнический университет»  
/Московский политех/

**Сборник заданий  
контрольных работ  
для студентов заочной формы обучения.**

Москва, 2016 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие указания .....	3
Контрольная работа №1. ....	5
Контрольная работа №2. ....	7
Контрольная работа №3. ....	10
Литература .....	13
Приложение .....	13

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Во всех задачах деформации предполагаются линейно-упругими, характеристики стали при растяжении и сжатии одинаковыми, собственный вес конструкции и концентрация напряжений не учитываются.

Обозначения технических величин, как правило, соответствуют принятым в учебнике В.И. Феодосьева [1]. Исключение составляют площадь поперечного сечения, сосредоточенная сила, скручивающий и крутящий моменты, которые следует по принятой в университете системе обозначать через  $A$ ;  $F$ ,  $T$ ,  $T_k$  соответственно.

При решении задач необходимо пользоваться Международной системой единиц (СИ). В частности, единица измерения силы –  $1 \text{ Н} = 10^{-3} \text{ кН}$ , единица измерения напряжений –  $1 \text{ Па} = 10^{-6} \text{ МПа}$  и т.д.

Исходные данные для решения контрольных работ студент должен взять из таблиц в соответствии со своим личным номером варианта – пятизначным числом и первыми пятью буквами русского алфавита, которые следует расположить под номером, например

номер 3 6 9 0 1

буквы А Б В Г Д

Из каждого вертикального столбца любой таблицы, обозначенного внизу определенной буквой, надо взять только одно число, стоящее в той горизонтальной строке, номер которой совпадает с номером буквы.

Например, при варианте 36901, студент, решая работу № 1, должен взять из столбца А таблицы №1 строку номера 3 (схема III на рис.1), из столбца Б – строку номер 6 ( $l_1 = 1,1 \text{ м}$ ), из столбца В – строку номер 9 ( $l_2 = 1,1 \text{ м}$ ), из столбца Г – строку номер 0 ( $l_3 = 0,8 \text{ м}$ ), из столбца Д – строку номер 1 ( $A = 10 \text{ см}^2$ ), из столбца Б – строку номер 6 ( $F = 75 \text{ кН}$ ), из столбца В – строку номер 9 ( $\sigma_T = 250 \text{ МПа}$ ).

Данные для следующих контрольных работ выбираются из таблиц

аналогичным образом.

Расчетная часть должна быть выполнена на листах формата А4 (210×297 мм), сшитых в тетрадь. На титульном листе работы должны быть написаны: названия ВУЗа и кафедры, номер контрольной работы и ее название, Ф.И.О. студента, группа, Ф.И.О. преподавателя.

Графическая часть работы следует выполнять карандашом на листах формата А4 с рамкой, штампом и с соблюдением правил черчения.

Перед решением каждой контрольной работы необходимо привести полностью ее условие с числовыми данными, составить аккуратный эскиз в масштабе и указать на нем все величины, необходимые для расчета.

Решение должно сопровождаться краткими объяснениями и четкими схемами, на которых должны быть показаны все необходимые числовые величины.

При использовании формул необходимо: написать формулу в буквенном выражении, подставить числовые значения в системе СИ и привести окончательный результат с обязательным указанием размерности. Вычисления должны соответствовать необходимой точности.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1.

### Расчет простейших систем с элементами, работающими на растяжение и сжатие

Для стального ступенчатого стержня с заземленным концом, изображенного на рис.1, требуется:

1) построить эпюры нормальных сил  $N_z$ , нормальных напряжений  $\sigma$  и продольных перемещений поперечных сечений  $w$ ;

2) определить наибольшие нормальные напряжения  $\sigma_{\max}$  и коэффициент запаса по текучести  $n_T$ ;

3) определить работу, совершаемую внешними силами при деформации стержня. Проверить полученный результат, подсчитав потенциальную энергию деформации как сумму энергий, накопленных отдельными участками.

Исходные данные ( $F, A, l_1, l_2, l_3, \sigma_T$ ) взять из табл. 1. Модуль упругости  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ Мпа}$ .

Таблица 1.

Номер строки	Схема	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$A$	$F$	$\sigma_T$
		<i>м</i>	<i>м</i>	<i>м</i>	<i>см<sup>2</sup></i>	<i>кН</i>	<i>Мпа</i>
1	I	0,8	1,2	0,7	10,0	50	210
2	II	0,9	1,1	0,8	10,5	55	215
3	III	1,0	0,9	0,9	11,0	60	220
4	IV	1,1	0,8	1,0	11,5	65	225
5	V	1,2	0,7	1,1	12,0	70	230
6	VI	1,1	0,8	1,2	12,5	75	235
7	VII	1,0	0,9	1,1	13,0	80	240
8	VIII	0,9	1,0	1,0	13,5	85	245
9	IX	0,8	1,1	0,9	14,0	90	250
0	X	0,7	1,0	0,8	14,5	95	255
	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>	<b>Д</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>

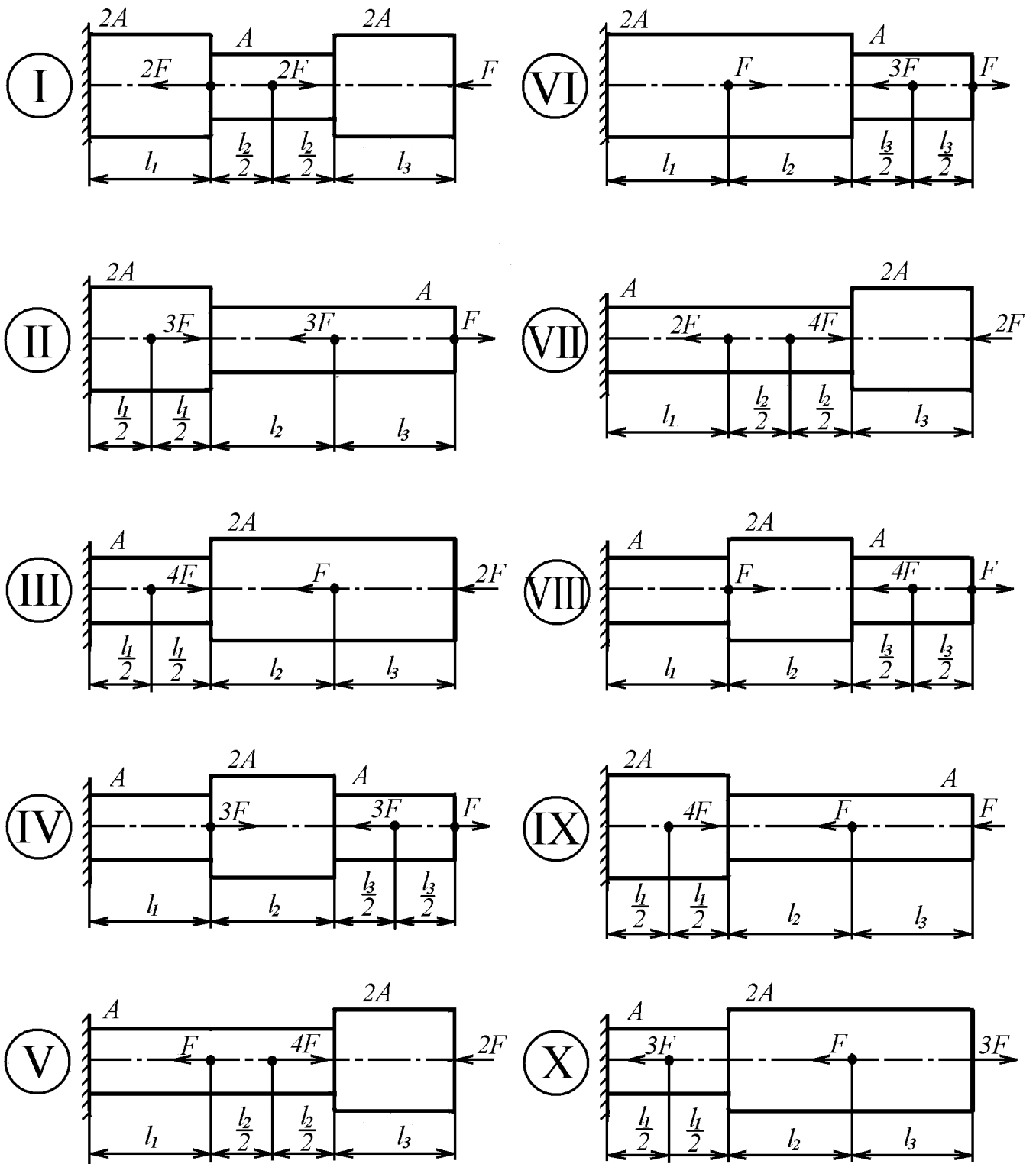


Рис. 1.

# КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2.

## Расчеты на кручение

### Задача №1

Ступенчатый вал с одним заземленным концом, имеющий различную форму поперечных сечений на каждом участке, закручен внешними моментами  $T_1, T_2, T_3$ , как показано на рис.2.1,а. Требуется:

- 1) построить эпюру крутящих моментов  $T_k$ ;
- 2) из условий прочности и жесткости подобрать размер  $d$  поперечного сечения для каждого участка вала, округлив полученное значение в [мм] до ближайшего большего числа из стандартного ряда (см. приложение);
- 3) построить эпюру углов взаимного поворота сечений  $\varphi$ .

Модуль упругости при сдвиге  $G = 8 \cdot 10^4$  МПа. Исходные данные приведены в табл. 2.1

Виды поперечных сечений представлены на рис. 2,1.б.

Конструктивные особенности узлов соединения участков с различными сечениями не рассматривать.

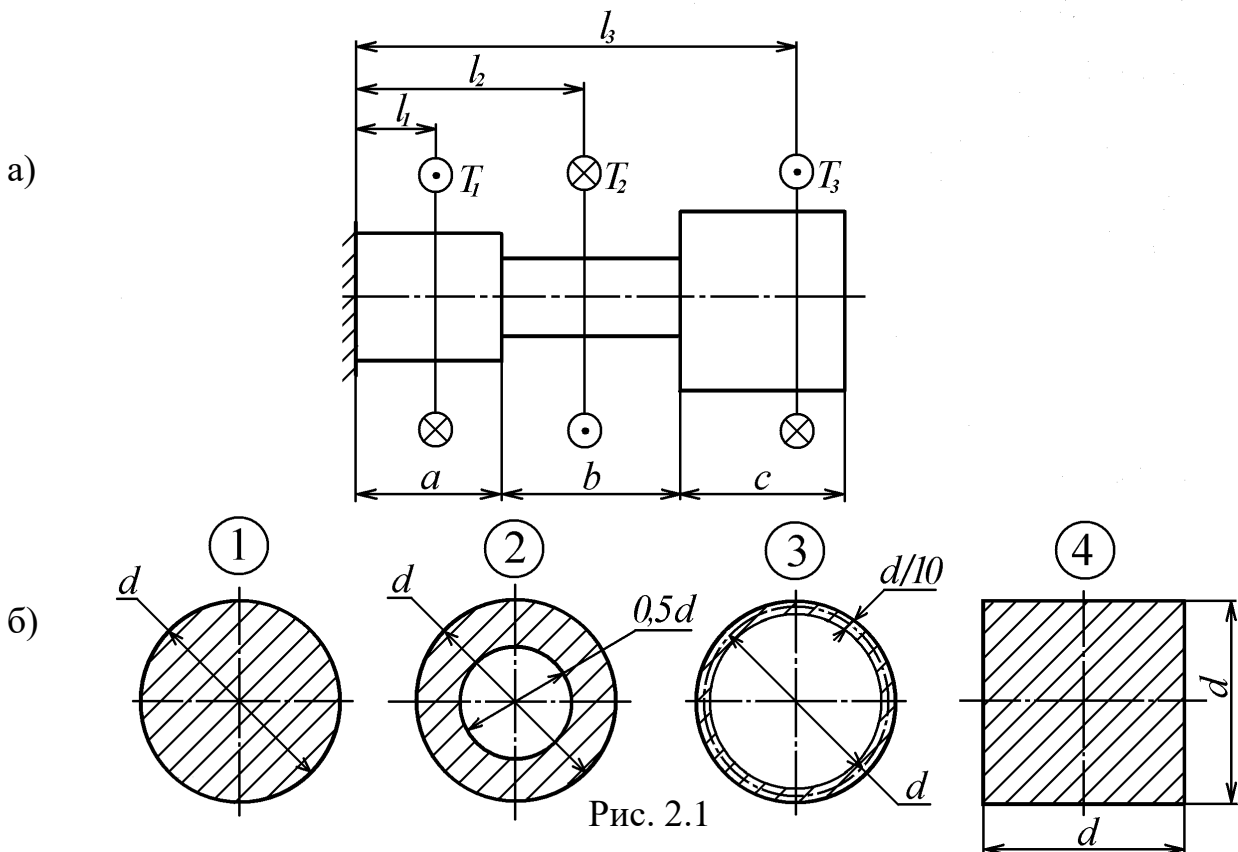


Таблица 2.1

№ строки	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$a$	$b$	$c$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$[\tau]$	$[\theta]$	Виды сечений на участках вала
	$кН\cdot м$	$кН\cdot м$	$кН\cdot м$	$м$	$м$	$м$	$м$	$м$	$м$	$МПа$	$\frac{град}{м}$	
1	0,4	0,55	0,6	0,4	0,5	0,5	0,2	0,55	1,1	40	0,05	1,2,3
2	0,5	0,65	0,7	0,5	0,55	0,55	0,25	0,6	1,2	45	0,1	2,3,4
3	0,6	0,75	0,8	0,6	0,6	0,6	0,3	0,65	1,25	50	0,15	3,4,1
4	0,7	0,85	0,9	0,7	0,65	0,7	0,35	0,7	1,3	55	0,2	4,1,2
5	0,8	1,2	1,0	0,8	0,7	0,8	0,4	0,75	1,35	60	0,25	1,3,4
6	0,9	0,9	1,1	0,4	0,75	0,5	0,45	0,8	1,4	65	0,3	2,4,1
7	1,0	0,8	1,0	0,5	0,8	0,55	0,5	0,85	1,15	70	0,35	3,2,1
8	0,4	0,7	0,9	0,6	0,7	0,6	0,45	0,9	1,2	75	0,4	4,3,2
9	0,5	0,6	0,8	0,7	0,6	0,7	0,4	0,95	1,3	80	0,45	1,4,2
0	0,6	0,5	0,7	0,8	0,5	0,8	0,35	1,0	1,4	85	0,5	2,1,3
	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>	<b>Д</b>	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>	<b>Д</b>	<b>А</b>	<b>Б</b>

## Задача №2

Ступенчатый стальной вал с круглыми поперечными сечениями, защемленный по концам, нагружен моментами, как изображено на рис.2.2.

Требуется:

- 1) построить эпюру крутящих моментов  $T_k$ ;
- 2) построить эпюру максимальных касательных напряжений  $\tau$ , действующих в поперечных сечениях вала;
- 3) построить эпюру углов взаимного поворота сечений  $\varphi$ .

Модуль упругости при сдвиге  $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ . Исходные данные приведены в табл. 2.2.



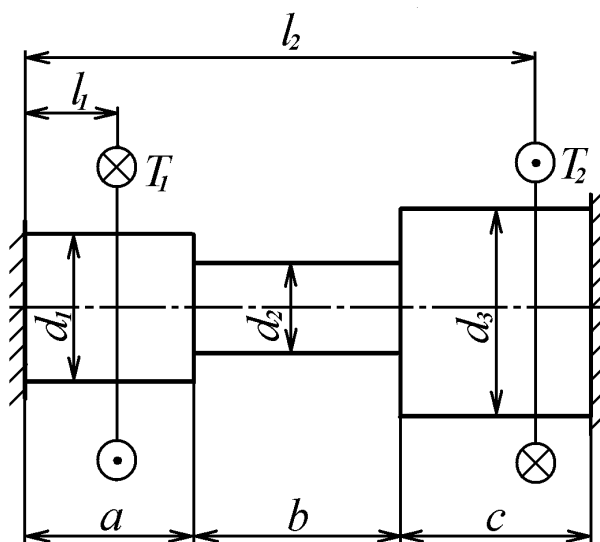


Рис. 2.2

Таблица 2.2

№ строки	$T_1$	$T_2$	$a$	$b$	$c$	$l_1$	$l_2$	$d_1$	$d_2$	$d_3$
	кН·м	кН·м	м	м	м	м	м	м	м	м
1	0,4	0,9	0,2	0,3	0,8	0,45	0,75	0,03	0,06	0,05
2	0,45	0,85	0,3	0,5	0,7	0,4	0,7	0,035	0,055	0,045
3	0,5	0,8	0,4	0,4	0,6	0,35	0,65	0,04	0,05	0,04
4	0,55	0,75	0,5	0,7	0,5	0,3	0,6	0,045	0,045	0,035
5	0,6	0,7	0,3	0,8	0,4	0,25	0,55	0,05	0,04	0,03
6	0,65	0,65	0,5	0,6	0,3	0,2	0,6	0,055	0,035	0,035
7	0,8	0,6	0,4	0,5	0,6	0,15	0,65	0,05	0,04	0,04
8	0,75	0,55	0,3	0,6	0,4	0,3	0,7	0,045	0,045	0,045
9	0,8	0,5	0,2	0,4	0,5	0,4	0,75	0,04	0,05	0,05
0	0,85	0,45	0,4	0,5	0,4	0,2	0,7	0,035	0,055	0,055
	А	Б	В	Г	Д	А	Б	В	Г	Д

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №3

### Геометрические характеристики плоских сечений и расчет статически определимых балок

#### Задача №1

Для заданного поперечного сечения, изображенного на рис. 3.1 и имеющего вертикальную ось симметрии, требуется:

- 1) найти площадь поперечного сечения;
- 2) определить положение центра тяжести сечения;
- 3) определить величину моментов инерции относительно главных центральных осей;
- 4) найти величину моментов сопротивления изгибу сечения относительно главных центральных осей и определить их минимальное значение.

Все расчеты проводить в долях « $b$ ».

Исходные данные взять из табл. 3.1.

Таблица 3.1

Номер строки	Схема	$h_i = k_i \cdot b$			$b_i = m_j \cdot b$		
		$k_1$	$k_2$	$k_3$	$m_1$	$m_2$	$m_3$
1	I	12	1	1	10	1	1
2	II	13	2	3	11	2	2
3	III	14	3	4	12	3	3
4	IV	15	4	2	13	1	2
5	V	16	2	3	14	2	1
6	VI	17	4	4	15	3	2
7	VII	18	2	2	16	4	3
8	VIII	19	2	1	17	2	2
9	IX	20	1	4	18	3	1
0	X	21	3	2	19	4	2
	A	Б	В	Г	А	Б	В

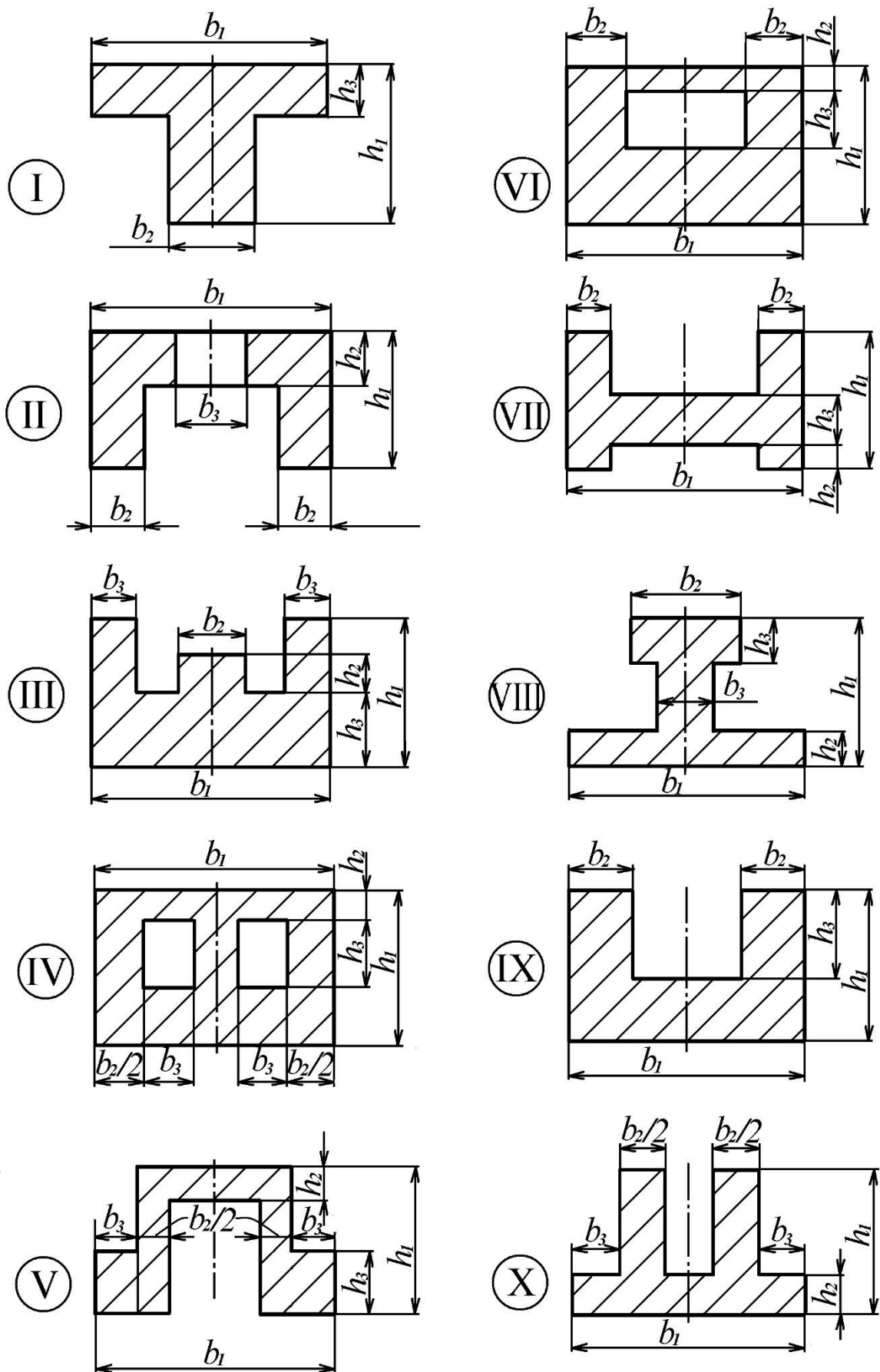


Рис. 3.1

## Задача №2

Для консольной балки, изображенной на рис. 3.2, требуется:

1) определить внутренние силовые факторы в поперечных сечениях и построить их эпюры;

2) из расчета на прочность определить размеры поперечного сечения для случая:

а) балка имеет сечения в форме прямоугольника с соотношением сторон  $h : b = 2$  и изготовлена из стали,  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ ;

б) балка имеет круглое поперечное сечение диаметром  $d$  и изготовлена из дюралюминия,  $[\sigma] = 80 \text{ МПа}$ .

Полученные размеры вписать в стандартный ряд (см. приложение).

Исходные данные взять из табл. 3. Считать  $F = q \cdot l$ ,  $M = q \cdot l^2$ .

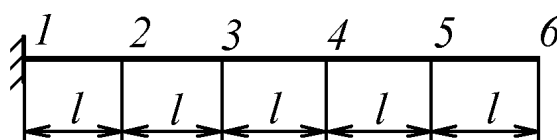


Рис. 3.2.

Таблица 3.2

Номер строки	Границы участка приложения распределенной нагрузки		Точка приложения сосредоточенной силы		Точка приложения сосредоточенного момента		Длина участка $l, [м]$	Интенсивность нагрузки $q, [кН/м]$	Форма сечения —
1	1-4	-	6	3	5	-	1	5	кругл.
2	2-4	-	-	5	3	6	2	10	прямоуг.
3	-	1-3	2	4	2	-	1	15	кругл.
4	-	2-5	-	2	4	2	2	20	прямоуг.
5	3-6	-	3	2	3	-	2	5	кругл.
6	-	3-5	-	3	6	3	1	10	прямоуг.
7	4-6	-	4	2	4	-	2	15	кругл.
8	-	2-6	-	4	2	4	2	20	прямоуг.
9	3-6	-	5	3	5	-	1	5	кругл.
0	-	3-6	-	5	2	5	1	10	прямоуг.
	<b>А</b>		<b>Б</b>		<b>В</b>		<b>Г</b>	<b>Д</b>	<b>А</b>

## ЛИТЕРАТУРА

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – 10-е изд., перераб и доп.– М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 592 с.
2. Сборник задач по сопротивлению материалов. Под. ред. А.С. Вольмира. – М.: Наука, 1984. – 408 с.
3. Миролубов И.Н., Алмаметов Ф.З., Лурицын Н.А. и др. Сопротивление материалов: Пособие по решению задач. – 6-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Изд-во «Лань», 2004. – 512 с.
4. Сборник задач по сопротивлению материалов. Под. ред. Уманского А.А. И., Наука, 1975.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Нормальные линейные размеры в диапазоне от 10 до 250 мм ряда Ra40 (выдержка из ГОСТ 6636-86): 10; 10,5; 11; 11,5; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 52; 55; 60; 63; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 115; 120 мм и далее через 10 мм.