

# 1. РАСЧЕТНО-ПРОЕКТИРОВАТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Расчеты брусков при растяжении-сжатии и кручении

Эта работа состоит из 3-х задач. В задачах "А" и "Б" рассматриваются конструкции, состоящие из стержней, работающих на растяжение-сжатие; в задаче "В" рассматривается брус, нагруженный крутящими моментами.

## Задача "А"

Для ступенчатого стержня, имеющего заданные в соответствии с вариантом соотношения размеров и нагрузки, необходимо выполнить следующее.

1. Построить эпюры нормальных сил  $N$  и нормальных напряжений  $\sigma$  (Эпюру  $N$  строить в долях  $P$ , а эпюру  $\sigma$  - в долях  $P/d^2$ ).
2. Из условия прочности для заданного коэффициента запаса  $n$ , найти размеры поперечных сечений бруса.
3. При вычисленных в п. 2 размерах построить эпюру перемещений  $w$ . Принять при расчете:  $q = 2 \text{ кН/см}$ ,  $l = 50 \text{ см}$ ,  $P = 0,5 q l = 50 \text{ кН}$ ,  $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{\text{т}} = 300 \text{ МПа}$ .

Схема нагружения стержня показана на рис. 1.1, данные для расчета взять из таблиц 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 в соответствии с номером варианта.

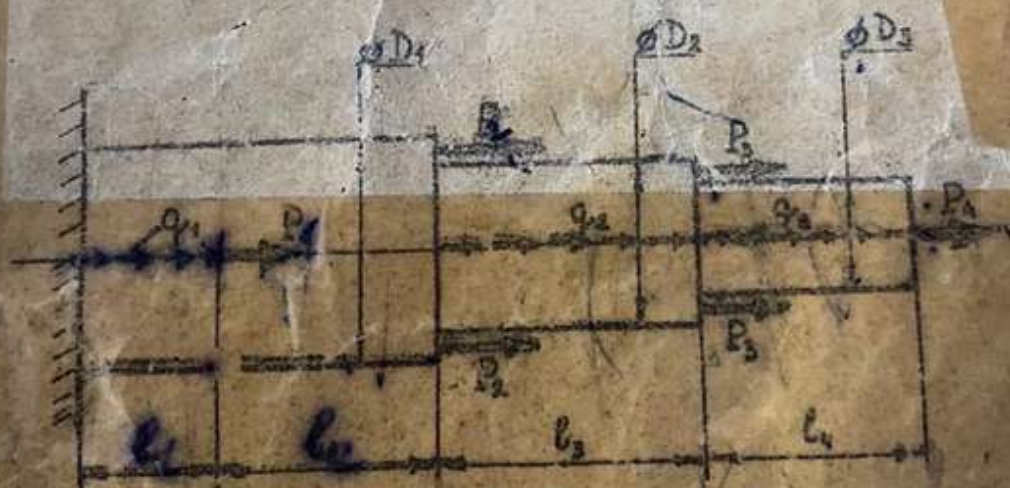


Рис. 1.1 Расчетная схема к задаче "А"



Таблица вариантов к задаче "А"

Таблица 1.1

Первая цифра а номера варианта	$\ell_1$	$P_1$	$D_1$
0	$\ell$	$P$	$d$
1	$2\ell$	$-2P$	$2d$
2	$3\ell$	$-P$	$3d$
3	$\ell$	$2P$	$4d$
4	$2\ell$	$3P$	$6d$
5	$3\ell$	$-3P$	$2d$
6	$2\ell$	$4P$	$2d$
7	$4\ell$	$-4P$	$6d$
8	$\ell$	$5P$	$3d$
9	$15\ell$	$-5P$	$5d$

Таблица 1.2

Первая цифра в номера варианта	$\ell_2$	$P_2$	$D_2$	$Q_2$
0	$\ell$	$-5P$	$15d$	$-4q$
1	$2\ell$	$5P$	$05d$	$-q$
2	$3\ell$	$-4P$	$25d$	$2q$
3	$\ell$	$4P$	$15d$	$-3q$
4	$2\ell$	$-3P$	$15d$	$-2q$
5	$3\ell$	$3P$	$4d$	$q$
6	$2\ell$	$2P$	$25d$	$q$
7	$4\ell$	$-P$	$15d$	$-q$
8	$\ell$	$-2P$	$2d$	$3q$
9	$15\ell$	$P$	$d$	$-4q$



Таблица 1.3

Третья цифра в номе- ре вари- анта	$\ell_3$	$P_3$	$D_3$	$q_3$
0	1,5 $\ell$	-4P	d	q
1	<del>1</del>	<del>P</del>	<del>2d</del>	<del>0</del>
2	4 $\ell$	4P	3d	-q
3	2 $\ell$	-5P	4d	2q
4	3 $\ell$	3P	5d	-2q
5	2 $\ell$	-3P	d	0
6	<del>1</del>	2P	2d	3q
7	3 $\ell$	-2P	d	-3q
8	2 $\ell$	P	2d	4q
9	3 $\ell$	-6P	d	-4q

Таблица 1.4

Четвертая цифра в номере варианта	$\ell_4$	$P_4$	$D_4$	$q_4$
0	2 $\ell$	-10P	1,5	0
1	<del>1</del>	<del>7P</del>	<del>2,0</del>	<del>q</del>
2	3 $\ell$	-8P	2,5	2q
3	1,5 $\ell$	5P	3,0	3q
4	2 $\ell$	-6P	3,5	4q
5	1	6P	4,0	-q
6	2 $\ell$	-4P	4,5	-2q
7	1,5 $\ell$	4P	5,0	-3q
8	3 $\ell$	-2P	2,0	-4q
9	4 $\ell$	2P	3,0	5q



### Задача " В "

Для ступенчатого стержня, имеющего заданные в соответствии с номером варианта соотношения размеров и нагрузки, необходимо выполнить следующее:

- а) построить эпюры крутящих моментов  $M_{кр}$  и касательных напряжений  $\tau$  (Эпюру  $M_{кр}$  строить в долях  $ml$ , эпюру  $\tau$  - в долях  $m l / d^3$ ),
- б) из расчета на прочность, полагая  $[\tau] = 80 \text{ МПа}$ , выбрать диаметры участков вала,
- в) при вычисленных в пункте "б" размерах сечений вала построить эпюру углов поворота сечений  $\varphi$ .

Принять при расчете  $m = 2 \text{ Н·М/см}$ ,  $l = 50 \text{ см}$ ,  $M = ml$ , модуль сдвига  $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ .

Схема нагружения показана на рис. I.9, данные для расчета необходимо взять из таблиц I.8, I.9, I.10, I.11 в соответствии с номером варианта.

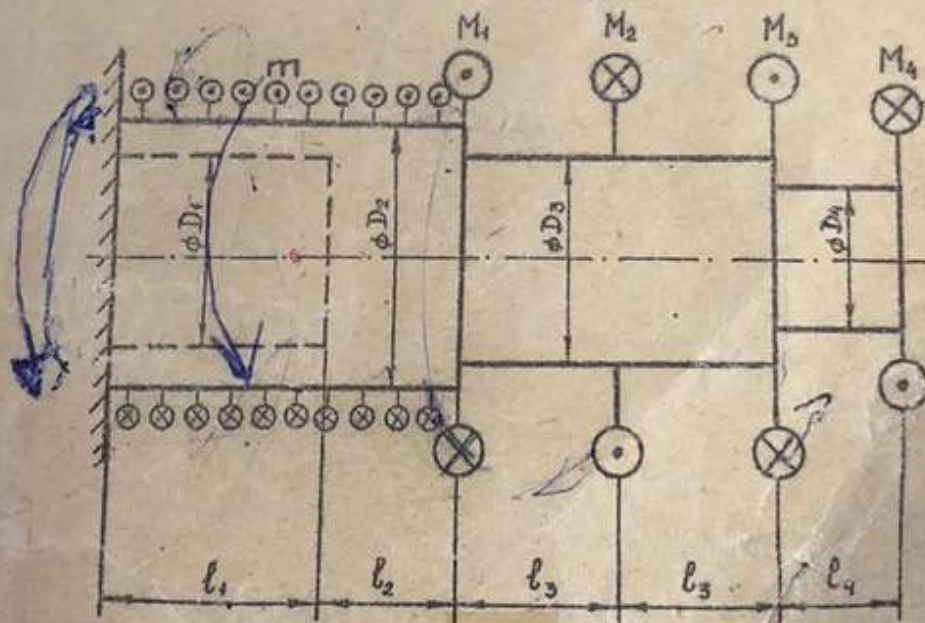


Рис. I.9 Расчетная схема к задаче " В "

ФИЛИАЛ  
БИБЛИОТЕКИ  
И М И

БИБЛИОТЕКА  
ИЗДАТЕЛЬСТВА  
ОБОРОТНО-ПРОМЫШЛЕННОГО  
ИНСТИТУТА



Таблицы вариантов к задаче "В"

Таблица I.8

Первая цифра в номере ва- рианта	$D_1$	$D_2$	$M_1$
0	1,5d	2d	10M
I	2d	3d	4M
2	3d	4d	6M
3	4d	5d	5M
4	2d	6d	2M
5	2d	4d	-10M
6	6d	8d	-3M
7	5d	10d	-6M
8	d	3d	-5M
9	3d	4d	-4M

Таблица I.9

Вторая циф- ра в номере варианта	$D_3$	$D_4$	$M_2$
0	3d	2d	M
I	2d	d	-M
2	4d	3d	2M
3	4d	2d	-M
4	4d	d	3M
5	8d	6d	5M
6	5d	3d	-5M
7	3d	4d	-3M
8	2d	3d	4M
9	3d	4d	-4M



Таблица I.IO

Третья цифра в номере ва- рианта	$M_3$	$\ell_1$	$\ell_2$
0	M	$\ell$	$\ell$
1	2M	2 $\ell$	3 $\ell$
2	3M	$\ell$	$\ell$
3	4M	2 $\ell$	$\ell$
4	5M	$\ell$	2 $\ell$
5	-5M	3 $\ell$	2 $\ell$
6	-4M	$\ell$	2 $\ell$
7	-3M	2 $\ell$	2 $\ell$
8	-2M	2 $\ell$	4 $\ell$
9	-M	4 $\ell$	2 $\ell$

Таблица I.II

Четвертая цифра в номере вари- анта	$M_4$	$\ell_3$	$\ell_4$
0	M	$\ell$	2 $\ell$
1	3M	2 $\ell$	$\ell$
2	5M	$\ell$	3 $\ell$
3	7M	3 $\ell$	2 $\ell$
4	-6M	$\ell$	$\ell$
5	-4M	$\ell$	$\ell$
6	-2M	$\ell$	$\ell$
7	-M	$\ell$	$\ell$
8	2M	$\ell$	$\ell$
9	4M	$\ell$	$\ell$



3 РАСЧЕТНО-ПРОЕКТИРОВОЧНАЯ РАБОТА № 3  
РАСЧЕТ БРУСА НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ ИЗГИБЕ

Задача "А"

Стальная балка (рис. 3.1) имеет поперечное сечение, показанное на одном из рис. 3.2.

Т р е б у е т с я:

- 1) построить эпюры поперечной силы  $Q$  и изгибающего момента  $M$ ,
- 2) из расчета на прочность подобрать размеры поперечного сечения,
- 3) начертить сечение в масштабе и построить эпюру нормальных напряжений  $\sigma$  в опасном сечении.

Принять: материал балки - Ст.3,  $\sigma_T = 280$  МПа,  $q = 50$  кН/м,  $l = 40$  см.

Нагрузки на балку и форма сечения выбираются в соответствии с номером варианта по таблицам 3.1- 3.4.

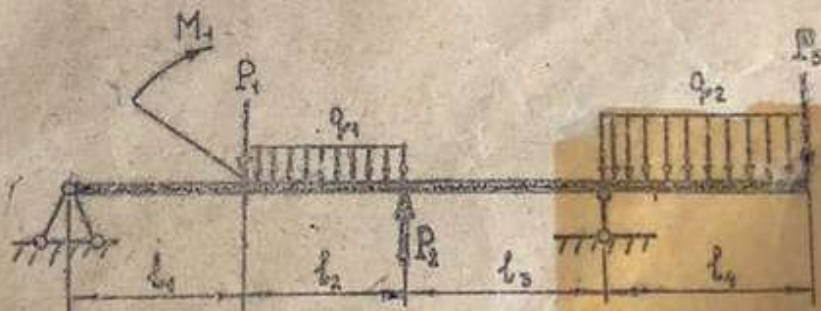


Рис. 3.1. Схема балки



Таблицы вариантов к задаче "А"

Таблица 3.1

Первая цифра в номере ва- рианта	$\ell_1$	$n_1$	$M_1$
0	1	2	$q\ell^2$
1	21	15	$-q\ell^2$
2	1	3	$0.5q\ell^2$
3	21	4	$-0.5q\ell^2$
4	1	3	$-q\ell^2$
5	21	2	$q\ell^2$
6	31	2.5	$1.5q\ell^2$
7	1	4	$-1.5q\ell^2$
8	1	5	$2q\ell^2$
9	1	1.5	$-2q\ell^2$

Таблица 3.2

Вторая цифра в номере ва- рианта	$\ell_2$	$\ell_3$	$\ell_4$
0	1	31	$q\ell$
1	21	31	$-q\ell$
2	31	21	$-2q\ell$
3	21	41	$2q\ell$
4	1	41	$3q\ell$
5	1	31	0
6	31	1	0
7	21	21	0
8	1	1	0
9	21	1	0



Таблица 3.3

Третья цифра в номере ва- рианта	$l_1$	$A$	$P_1$	$q_1$
0	$l$	$a$	$q_1 l$	$3q_1$
1	$2l$	$2a$	0	$4q_1$
2	$3l$	$3a$	$-q_1 l$	$2q_1$
3	$4l$	$4a$	$2q_1 l$	$-q_1$
4	$l$	$2a$	$4q_1 l$	$-2q_1$
5	$2l$	$2a$	$-3q_1 l$	$-3q_1$
6	$l$	$5a$	$-4q_1 l$	$2q_1$
7	$5l$	$4a$	$5q_1 l$	$-q_1$
8	$4l$	$4a$	$-6q_1 l$	$q_1$
9	$l$	$3a$	0	$2q_1$

Таблица 3.4

Четвертая цифра в номере ва- рианта	$B$	номер сече- ния	$P_2$	$q_2$
0	$3a$	1	$q_1 l$	$q_1$
1	$2a$	3	$2q_1 l$	$-2q_1$
2	$4a$	5	$3q_1 l$	$3q_1$
3	$5a$	2	$-q_1 l$	$-q_1$
4	$6a$	4	$-2q_1 l$	$-3q_1$
5	$4a$	2	$-q_1 l$	$4q_1$
6	$3a$	5	$5q_1 l$	0
7	$8a$	3	$8q_1 l$	$-4q_1$
8	$2a$	4	$4q_1 l$	$2q_1$
9	$2a$	1	$6q_1 l$	$-q_1$



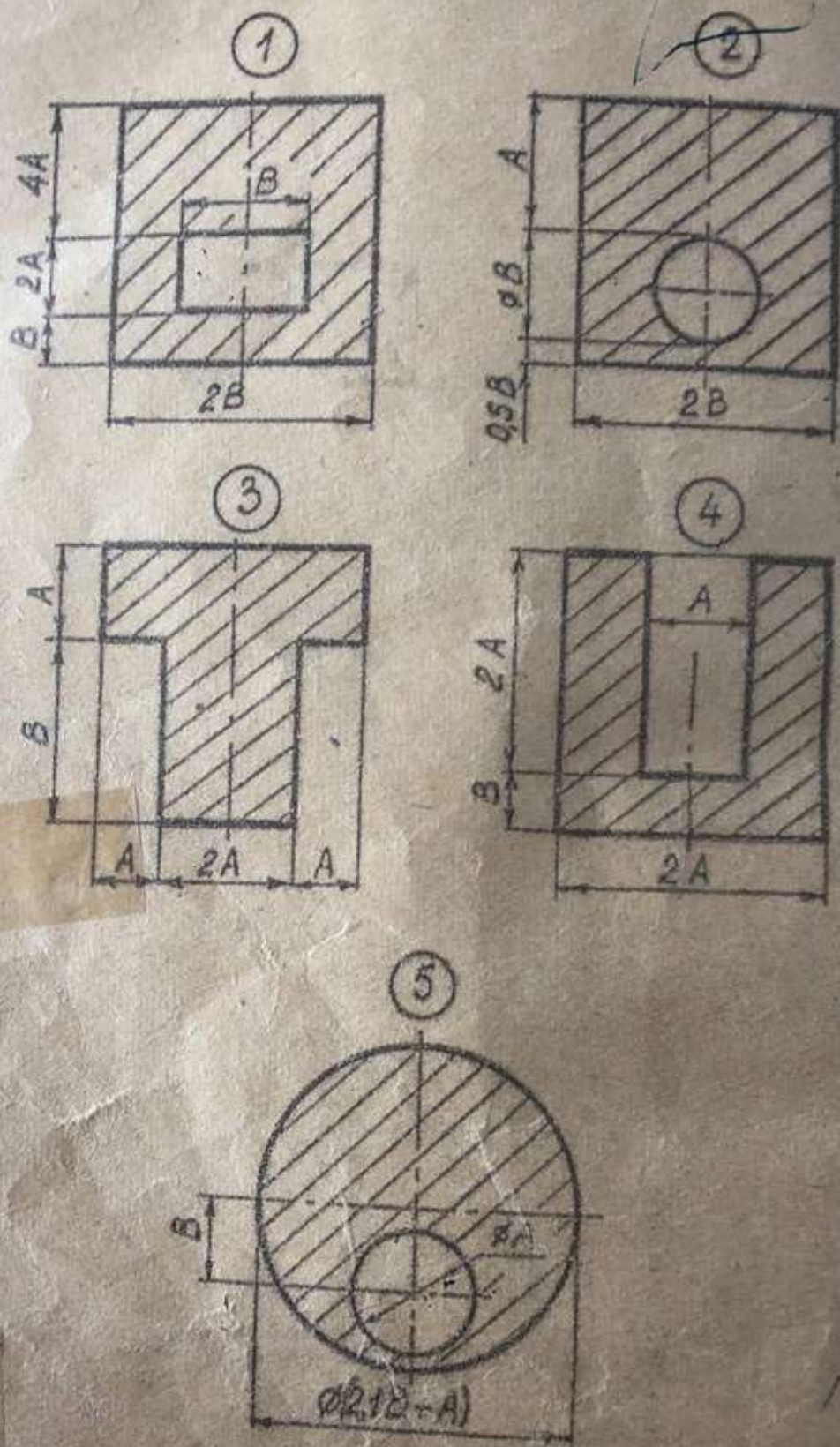


Рис. 3.2. Варианты поперечных сечений балки



### Задача " В "

Для плоской статически неопределимой рамы с постоянным поперечным сечением диаметром  $d$  нагруженной силами  $P_1$  и  $P_2$  и равномерно распределенной нагрузкой  $q$

Т р е б у е т с я:

- 1) построить эпюру изгибающих моментов  $M$ ,
- 2) из расчета на прочность определить диаметр сечения  $d$ ,
- 3) вычислить горизонтальное перемещение точки К и угол поворота сечения О.

При расчете принять:  $q = 50 \text{ кН/м}$ ,  $l = 20 \text{ см}$ ,  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ ,  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

Схему и размеры рамы выбрать в соответствии с номером варианта по таблицам 1.5 - 1.8 и рис. 1.5 - 1.7.

Таблицы вариантов

Таблица 1.5

Первая цифра в номере варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	l	2l	2l	l	2l	l	l	2l	l	3l
D	2l	l	2l	l	4l	3l	4l	3l	5l	l

Таблица 1.6

Вторая цифра в номере варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C	l	2l	l	2l	l	2l	l	2l	l	2l

Таблица 1.7

Третья цифра в номере варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_1$	0	$ql$	$2ql$	0	$3ql$	0	$-3ql$	0	$-ql$	0
$P_2$	$-ql$	0	0	$-3ql$	0	$-2ql$	0	$2ql$	0	$ql$



Таблица 1.8

Четвертая цифра в номере варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
номер схемы	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1	22	1	22	22	1	22	1	2	2

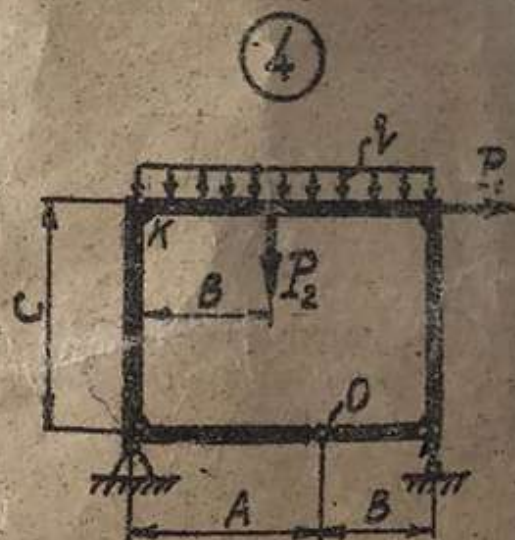
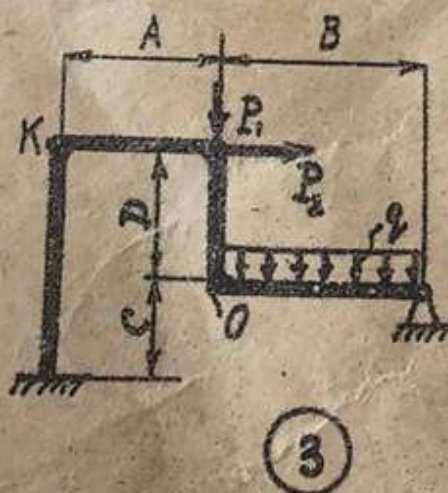
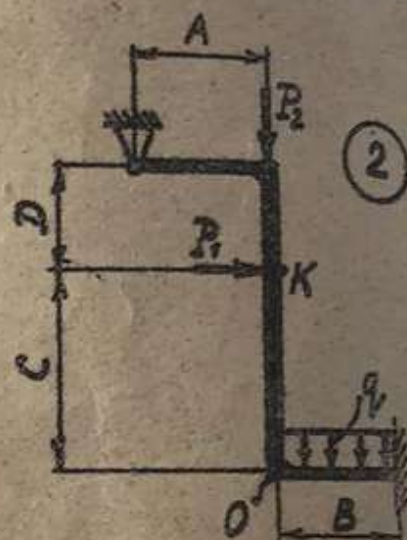
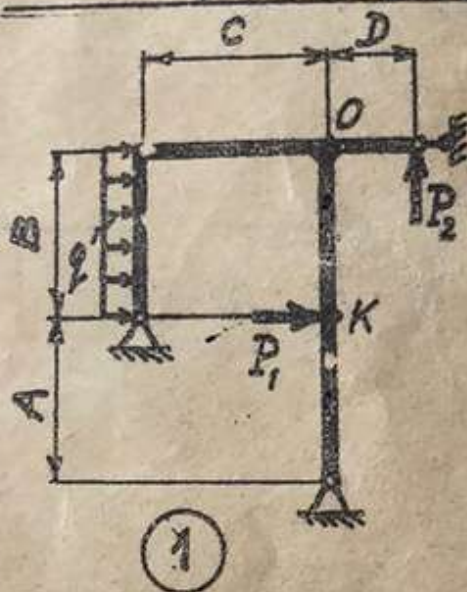


Рис. 1.5. Схемы рам к задаче "Б"



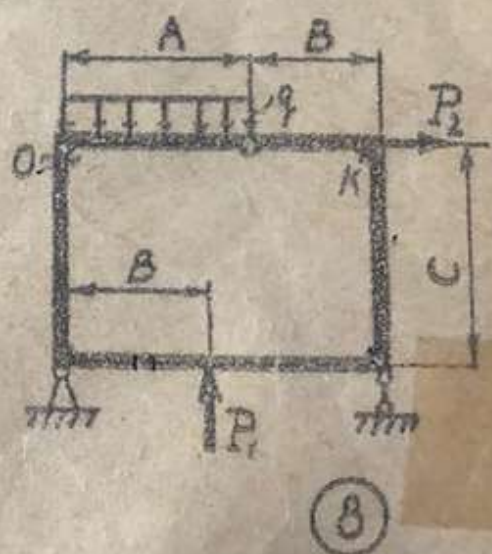
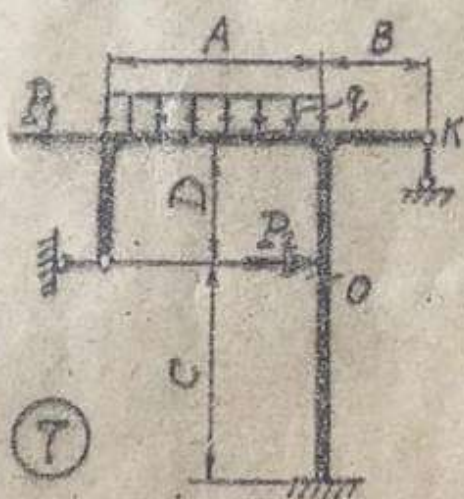
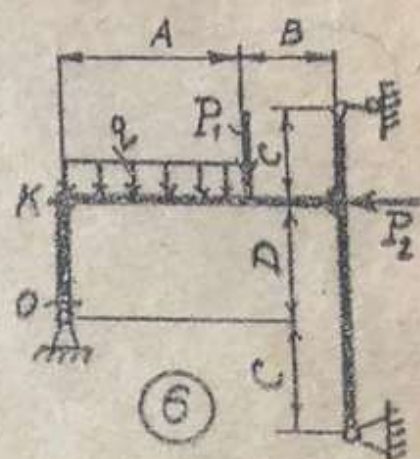
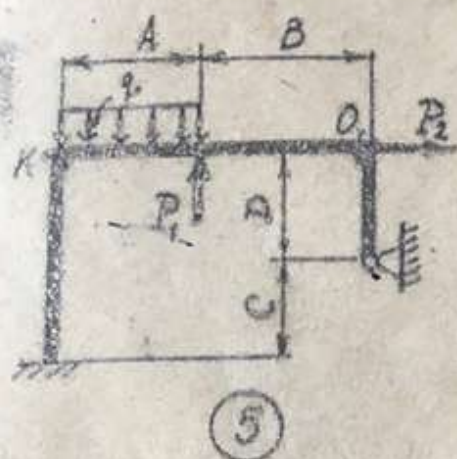


Рис. 1.6. Схемы рам к задаче "В"



Кашинников А.Е.  
расчетно-проектн.  
работы по сопроп.

Метод унз.  
к востановлению  
расч. - проект. работ по сопроп.

зад. 1А, 1В, 3А, 4В

2. РАСЧЕТНО-ПРОЕКТНОЕ  
РАСЧЕТ ВАЛА НА  
Описан

В каждом варианте Р  
установки вала, а также  
основных сечений вала,  
ра и нагрузки, действующ  
требует статич  
из расчета на статич  
размеры поперечных с  
участок вала, нагру  
жесткость при кручен  
( $\varphi$ ) = 0,2 град;  
для сечения с концы  
лит коэффициент  
При расчете пр  
Участок вала, пере  
осека.

Схему вала и  
из таблицы 2.1 и р

Варианты

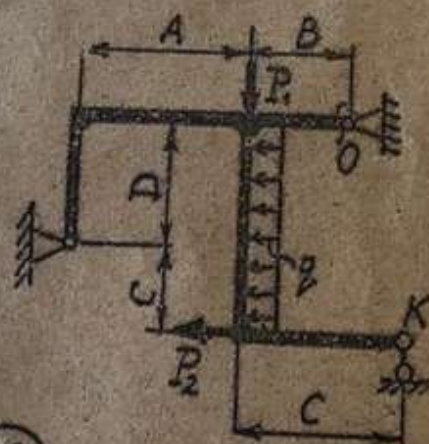
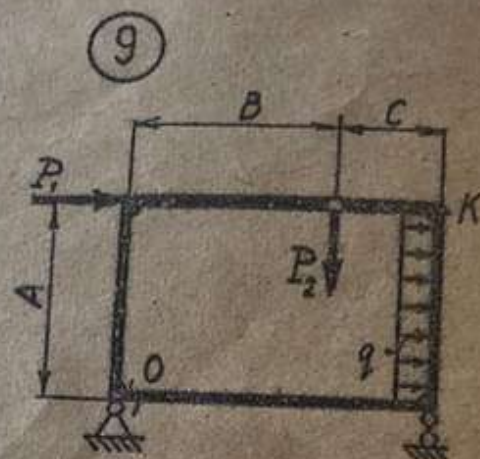


Рис. 1.7. Схемы рам к задаче "В"