

Бесплатно

22  
44

Министерство высшего и среднего специального  
образования СССР  
Днепропетровский ордена Трудового Красного Знамени  
горный институт им. Артема



Онищенко В. И.



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ  
МАТЕРИАЛОВ ПО ТЕМЕ "РАСТЯЖЕНИЕ -  
СЖАТИЕ" С ПРИМЕНЕНИЕМ ПМК БЗ-34  
для студентов специальности 0506

Днепропетровск ДГИ 1988

Министерство высшего и среднего специального  
образования СССР

Днепропетровский ордена Трудового Красного Знамени  
горный институт им. Артема

---

---

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ  
МАТЕРИАЛОВ ПО ТЕМЕ "РАСТЯЖЕНИЕ -  
СЖАТИЕ" С ПРИМЕНЕНИЕМ ПМК БЗ-34  
для студентов специальности 0606

Утверждено

на заседании кафедры  
строительной и теорети-  
ческой механики  
Протокол №4 от 27 февраля  
1987 г.

Днепропетровск ДГИ 1988

Методические указания к решению задач по сопротивлению материалов по теме "Растяжение-сжатие" с применением ПМК БЗ-34 для студентов специальности 0506. / Сост. : В.И.Онищенко, Г.Д.Пахомов, В.Е.Артюхова, Э.В.Нерсесян. - Днепропетровск: ДГИ, 1988. - 32 с.

Составители: В.И.Онищенко, канд. физ-мат. наук, проф.  
Г.Д.Пахомов  
В.Е.Артюхова  
Э.В.Нерсесян

Ответственный за выпуск заведующий кафедрой строительной и теоретической механики В.И.Онищенко, канд. физ-мат. наук, проф.

## Г. ЗАДАЧИ НА ОСЕВОЕ РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ

### Г.Г. Пример решения задачи Гс

Для заданного ступенчатого стержня (рис. Г.Г), нагруженного силами  $P_1 = 10 \text{ кН}$ ,  $P_2 = 20 \text{ кН}$ , построить эпюру осевых усилий с учетом его собственного веса, если площадь поперечного сечения  $F_1 = 0,002 \text{ м}^2$ , а  $F_2 = 0,001 \text{ м}^2$ ; материал стержня - сталь с объемным весом  $\gamma = 80 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$ ;  $l = 10 \text{ м}$ .

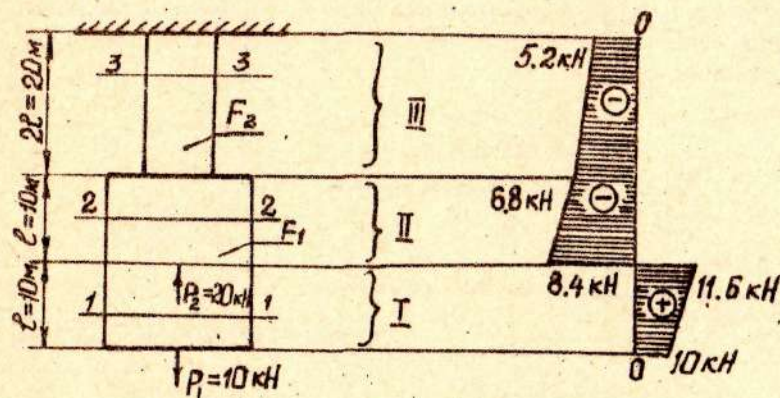


Рис. Г.Г

Начинать строить эпюру надо со свободного конца. В рассматриваемом примере нижний конец стержня свободен, а верхний - заделан. Далее, начиная со свободного конца, стержень разбиваем на отдельные участки. На каждом из них делаем произвольное сечение ( на рис. Г.Г участки обозначены фигурными скобками с номерами и показаны сечения I-I, 2-2, 3-3).

Сделав сечение, мысленно отбрасываем одну из частей стержня (ту его часть, которая примыкает к заделке) и рассматриваем равновесие оставшейся части стержня.

Прежде чем приступить к определению осевых усилий, рекомендуется вычислить собственный вес каждого участка стержня по формуле

$$Q = V\gamma,$$

где  $V$  - объем участка заданного стержня;

$\gamma$  - объемный вес материала стержня.

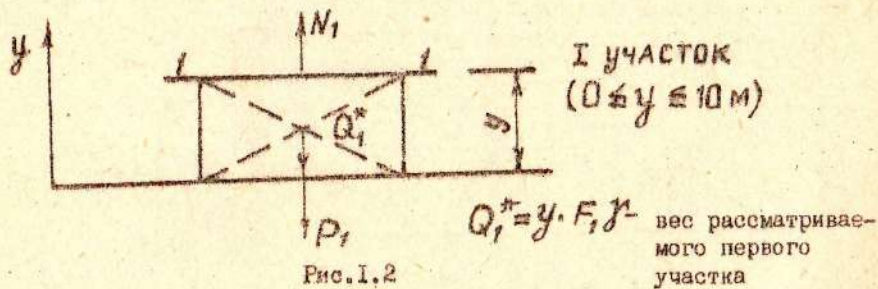
Выразив объем через площадь поперечного сечения и длину участка, определим его вес

$$Q_1 = F_1 \cdot l \cdot \gamma = 0,002 \cdot 10 \cdot 80 = 1,6 \text{ кН};$$

$$Q_2 = F_2 \cdot l \cdot \gamma = 0,002 \cdot 10 \cdot 80 = 1,6 \text{ кН};$$

$$Q_3 = F_2 \cdot 2l \cdot \gamma = 0,001 \cdot 20 \cdot 80 = 1,6 \text{ кН}.$$

Рассмотрим равновесие отдельных частей стержня. На рис. I.2 изображена расчетная схема для определения продольного усилия на первом участке.



На расчетной схеме показываются заданные силы, действующие на рассматриваемую часть стержня, силы веса и искомое продольное усилие. Уместно напомнить, что всегда неизвестное продольное усилие направляется от сечения.

Кроме действующих сил, на расчетной схеме необходимо также показать ось, направление которой совместить с продольным усилием, обозначить положение сечения (расстояние  $y$  от свободного конца) и записать пределы изменения  $y$  для заданного участка.

Спроектировав все силы на ось  $y$ , получим уравнение равновесия, из которого выражается неизвестная продольная сила

$$\sum Y = N_1 - Q_1^* - P_1 = 0,$$

$$N_1 = P_1 + Q_1^*.$$

Выразив  $Q_1^*$  через произведение  $y \cdot F_1 \cdot \gamma$  (см. рис. I.2), можно записать

$$N_1 = P_1 + y \cdot F_1 \cdot \gamma.$$

Так как величина продольной силы зависит от положения сечения (величины  $y$ ), то ее необходимо определять на границах участка при  $y=0$  и  $y=10 \text{ м}$ .

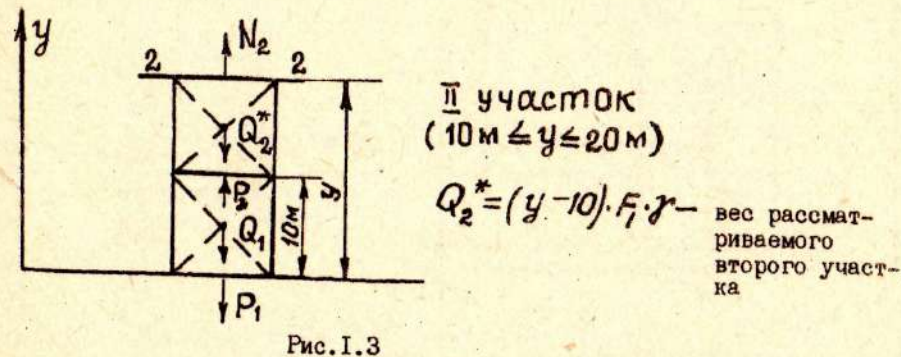
При

$$y=0 \quad N_1 = P_1 = 10 \text{ кН},$$

$$y=10 \text{ м} \quad N_1 = P_1 + Q_1 = 10 + 1,6 = 11,6 \text{ кН}.$$

При  $y=0$  вес  $Q_1^*$  равен 0. При  $y=10 \text{ м}$  вес  $Q_1^*$  равняется весу  $Q_1$  (весу первого участка). Вес  $Q_1$  был определен выше ( $Q_1 = 1,6 \text{ кН}$ ).

Расчетная схема для второго сечения показана на рис. I.3.



На рис. I.3  $P_1$  и  $P_2$  - заданные силы;

$Q_1$  - вес первого участка стержня;

$Q_2$  - вес рассматриваемой части второго участка стержня.

Составив уравнение равновесия для приведенной на рис. I.3 расчетной схемы, найдем

$$\sum Y = N_2 - Q_2^* + P_2 - Q_1 - P_1 = 0,$$

$$N_2 = Q_2^* - P_2 + Q_1 + P_1,$$

или 
$$N_2 = (y - 10) \cdot F_2 \cdot \gamma - P_2 + Q_1 + P_1,$$

При  $y=10 \text{ м}$   $N_2 = -20 + 1,6 + 10 = -8,4 \text{ кН},$

$y=20 \text{ м}$   $N_2 = 1,6 - 20 + 1,6 + 10 = -6,8 \text{ кН}.$

При  $y=10 \text{ м}$  вес  $Q_2^*$  равен 0. При  $y=20 \text{ м}$  вес  $Q_2^*$  равняется весу  $Q_2$  (весу второго участка), который был определен ранее.

Расчетная схема для третьего сечения приведена на рис.1.4. На этой расчетной схеме:

$P_1$  и  $P_2$  - заданные силы;

$Q_1$  - вес стержня на первом участке;

$Q_2$  - вес второго участка стержня;

$Q_3$  - вес рассматриваемой части третьего участка.

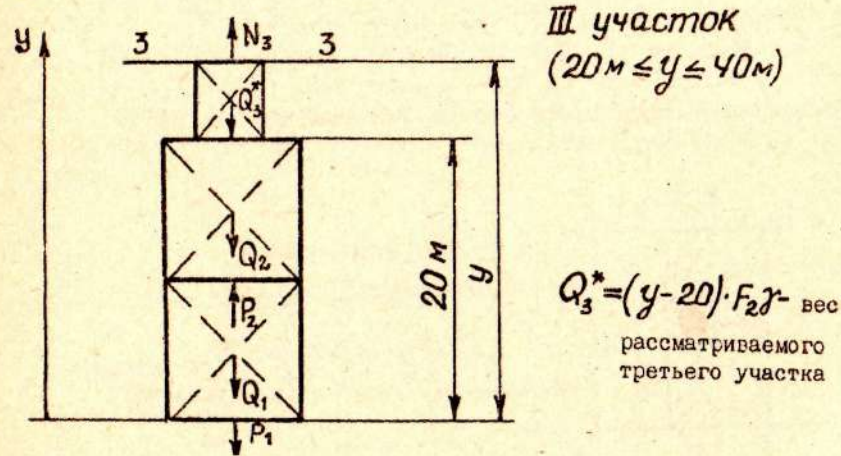


Рис.1.4

Составив уравнение равновесия

$$\sum \bar{Y} = N_3 - Q_3^* - Q_2 + P_2 - Q_1 - P_1 = 0,$$

найдем

$$N_3 = Q_3^* + Q_2 - P_2 + Q_1 + P_1$$

или 
$$N_3 = (y - 20) F_2 \cdot \gamma + Q_2 - P_2 + Q_1 + P_1.$$

При

$$y = 20\text{ м} \quad N_3 = 0 + 1,6 - 20 + 1,6 + 10 = -6,8\text{ кН};$$

$$y = 40\text{ м} \quad N_3 = 1,6 - 20 + 1,6 + 10 = -5,2\text{ кН}.$$

Отложив от нулевой линии найденные в сечениях первого, второго и третьего участков значения продольной силы, получим эпюру осевых усилий. Эпюра приведена на рис.1.1, где значения продольной силы указываются в характерных сечениях стержня. Знак продольной силы показывается один раз и рисуется в кружочке. Эпюра штрихуется перпендикулярно нулевой линии. Варианты домашних заданий приведены на с.21-23.

1.2. Пример решения задачи 2с

Для заданного стержня (рис.1.5) построить эпюру осевых усилий и определить, исходя из условия прочности, диаметры на всех четырех его участках, вычислить также абсолютное удлинение стержня, если материал стержня - сталь с допускаемым напряжением  $[\sigma] = 15,7 \cdot 10^4 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$  и модуль упругости  $E = 19,6 \cdot 10^7 \text{ кН/м}^2$ .

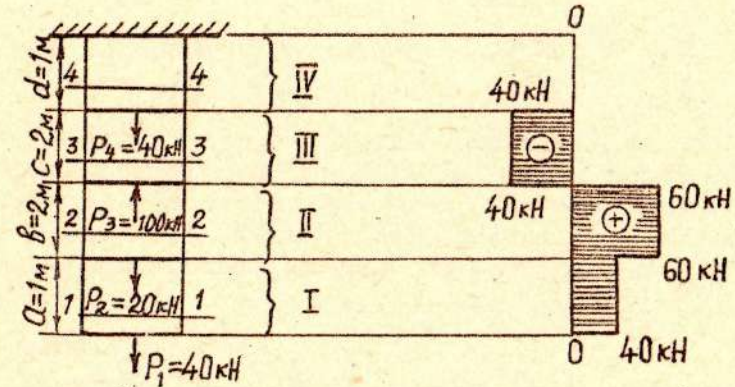


Рис.1.5

Для построения эпюры продольных сил стержень, начиная со свободного конца, разбиваем на отдельные участки и на каждом участке делаем произвольное сечение. На рис.1.5 участки стержня обозначены фигурными скобками с номерами и показаны сечения I-I, 2-2, 3-3, 4-4. Мысленно рассекая стержень на две части сечением, одну из его частей отбрасываем (со стороны заделки) и рассматриваем равновесие оставшейся части. Для нее составляется расчетная схема, записывается уравнение равновесия, из которого и определяется неизвестная продольная сила. Показывая направление продольной силы, необходимо помнить, что ее всегда надо направлять от сечения.

Расчетные схемы для сечений I-I, 2-2, 3-3, 4-4 изображены на рис.1.6. Уравнения равновесия для этих сечений имеют вид

$$\sum Y = N_1 - P_1 = 0 \quad (\text{сечение I-I});$$

$$\sum Y = N_2 - P_2 - P_1 = 0 \quad (\text{сечение 2-2});$$

$$\sum Y = N_3 + P_3 - P_2 - P_1 = 0 \quad (\text{сечение 3-3});$$

$$\Sigma Y = N_4 - P_4 + P_3 - P_2 - P_1 = 0 \quad (\text{сечение 4-4}).$$

Откуда

$$N_1 = P_1 = 40 \text{ кН};$$

$$N_2 = P_2 + P_1 = 40 + 20 = 60 \text{ кН};$$

$$N_3 = -P_3 + P_2 + P_1 = -100 + 40 + 20 = -40 \text{ кН};$$

$$N_4 = P_4 - P_3 + P_2 - P_1 = 40 - 100 + 20 + 40 = 0.$$

Отложив от нулевой линии найденные значения продольной силы на каждом участке стержня, получим контур эпюры осевых усилий. Поставив знаки продольной силы, как показано на рисунке, и нанеся штриховку (штриховка производится перпендикулярно нулевой линии), получим эпюру продольных усилий для заданного стержня. Эпюра показана на рис. I.5.

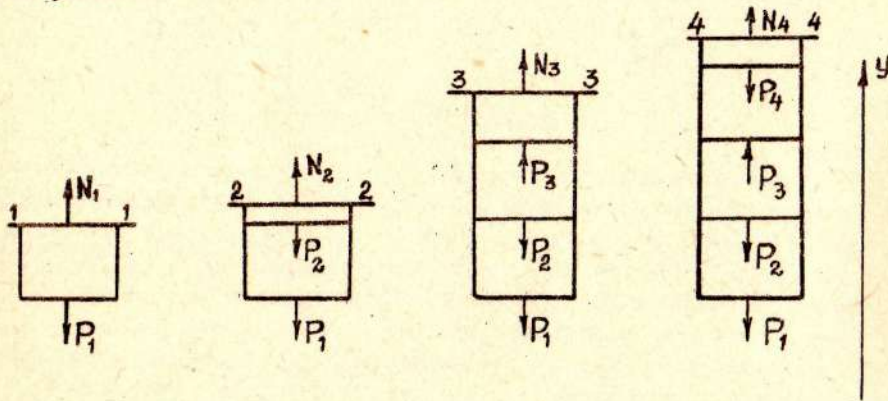


Рис. I.6

Необходимая площадь поперечного сечения определяется из условия прочности при растяжении-сжатии

$$\sigma = \frac{N}{F} \leq [\sigma],$$

откуда

$$F \geq \frac{N}{[\sigma]}.$$

Для заданного стержня площадь поперечного сечения на каждом участке (при определении  $F$  знак продольной силы не учитывается) равна

$$F_1 = \frac{40}{15,7 \cdot 10^4} = 2,548 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$F_2 = \frac{60}{15,7 \cdot 10^4} = 3,822 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$F_3 = \frac{40}{15,7 \cdot 10^4} = 2,548 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$F_4 = 0.$$

Для круга площадь выражается формулой  $F = \frac{\pi d^2}{4}$ , откуда диаметр  $d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}$ .

Тогда по найденным  $F_1, F_2, F_3$  и  $F_4$  определим диаметры

$$d_1 = \sqrt{\frac{4F_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,548}{3,14 \cdot 10^4}} = 0,018 \text{ м};$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4F_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,822}{3,14 \cdot 10^4}} = 0,022 \text{ м};$$

$$d_3 = \sqrt{\frac{4F_3}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,548}{3,14 \cdot 10^4}} = 0,018 \text{ м}.$$

Из конструктивных соображений принимаем

$$d_4 = d_3.$$

Абсолютное удлинение произвольного участка стержня определяется по закону Гука

$$\Delta l = \frac{N \cdot l}{E \cdot F},$$

где  $N$  - продольная сила, действующая на данном участке;

$l$  - длина участка;

$E$  - модуль упругости;

$F$  - площадь поперечного сечения стержня на участке.

Абсолютные удлинения участков рассматриваемого стержня (при определении  $\Delta l$  знак продольной силы учитывать необходимо) равны

$$\Delta l_1 = \frac{40 \cdot 1 \cdot 10^4}{19,6 \cdot 10^7 \cdot 2,548} = 0,0008 \text{ м};$$

$$\Delta l_2 = \frac{60 \cdot 2 \cdot 10^4}{19,6 \cdot 10^7 \cdot 3,822} = 0,0016 \text{ м};$$

$$\Delta l_3 = \frac{-40 \cdot 2 \cdot 10^4}{19,6 \cdot 10^7 \cdot 2,548} = -0,0016 \text{ м};$$

$$\Delta l_4 = 0.$$

Абсолютное удлинение всего стержня равно алгебраической сумме абсолютных удлинений отдельных его участков

$$\Delta l_{\text{общ}} = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4 = 0,008 + 0,008 + 0,0016 - 0,0016 = 0,008 \text{ м}$$

Полученные диаметры стержней:

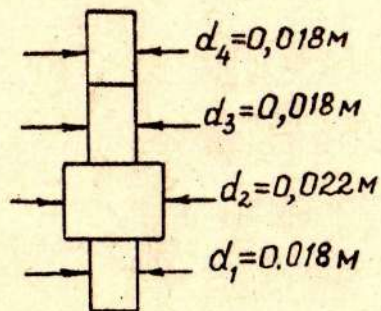


Рис.1.7

Варианты домашних заданий приведены на с.25-27.

## 2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТИПА 2с НА ПМК БЗ-34

### 2.1. Подготовка программы к работе

Варианты заданий для расчета на ПМК - на с.29-31.

Расчет стержня начинается с построения эпюры продольных сил.

Порядок построения ее приведен в первой главе методических указаний на с.7-8.

Построив эпюру и определив по ней значение продольной силы на каждом участке стержня, перейдем к его расчету по приведенной в 2.2 программе.

Запишем программу в специальную память ПМК. Запись программы производится в режиме "Программирование". Для перехода из режима

10

"Автоматическая работа" (включенный микрокалькулятор) в режим "Программирование" и выход на нулевой адрес необходимо последовательно нажать клавиши

**В/0**

**F**

**ПРГ**

Клавиша **В/0** обеспечивает запись программы с нулевого адреса, а последовательно нажимаемые клавиши **F** и **ПРГ** - переход микрокалькулятора в режим "Программирование". На индикаторе в этом случае индицируется адрес счетчика 00, с которого будет вводиться программа. Введем программу, последовательно нажимая соответствующие клавиши. В процессе ввода правильность записи отдельных команд программы необходимо контролировать по высвечиваемым на индикаторе кодам (рис.2.1);

Код НАСТОЯЩЕЙ КОМАНДЫ	КОДЫ ДВУХ ПРЕДЫДУЩИХ КОМАНД	АДРЕС СЛЕДУЮЩЕЙ КОМАНДЫ
-----------------------------	--------------------------------	-------------------------------

Рис.2.1

Однако несмотря на осуществляемый в процессе ввода программы контроль, введенную программу все же рекомендуется отредактировать (еще раз проверить правильность ее записи). Для этого можно воспользоваться клавишами **ШГ** и **ШГ**. Нажимая последовательно клавишу **ШГ**, то есть двигаясь от конца программы к ее началу, можно проверить правильность записи всех ее команд, считывая с индикатора коды команд и сравнивая их с исходной программой. При обнаружении ошибки ее нужно исправить, перейдя на адрес неверно набитой команды, а затем нажать клавишу, соответствующую нужной команде.

После редактирования вводятся исходные данные задачи и программа пускается на счет. Для записи исходных данных и счета по программе нужно перейти в режим "Автоматическая работа", нажав последовательно клавиши

**F**

**АВТ**

В программе 2.2 принято следующее распределение памяти для ввода исходной информации (табл.1).

Адресуемые регистры **RG"C"** и **RG"Д"** выделяются для записи промежуточных результатов.

Чтобы ввести, например, значения  $N_1$  в регистр **RG"0"**, необходимо записать значение  $N_1$  на индикаторе и нажать клавиши **П** **0**.

11

Таблица 1

Номер адресуемого регистра	Записываемая в регистр величина	Физический смысл записываемой величины
0	$N_1$	Значения продольной силы на первом участке
1	$N_2$	Значение продольной силы на втором участке
2	$N_3$	Значение продольной силы на третьем участке
3	$[\sigma]$	Допускаемое напряжение для материала стержня
4	$E$	Модуль упругости для материала стержня
5	$l_1$	Длина первого участка
6	$l_2$	Длина второго участка
7	$l_3$	Длина третьего участка

Записав на индикаторе значения продольной силы  $N_2$  и нажав клавиши

введем ее величину в регистр RG "1". Остальные данные в соответствующие регистры памяти вводятся аналогично.

Для пуска программы на счет нажимаются клавиши

Подсвет индикатора свидетельствует о выполнении программы.

После окончания счета по программе на индикаторе высвечивается число, находящееся в регистре "X".

В табл. 2 приведено принятое в программе распределение памяти для записи искомых величин.

Для последовательной записи на индикатор искомых величин нажимаются клавиши

Таблица 2

Номер адресуемого регистра	Искомая величина	Физический смысл искомой величины
0	$d_1$	Диаметр стержня на первом участке
1	$d_2$	Диаметр стержня на втором участке
2	$d_3$	Диаметр стержня на третьем участке
8	$F_1$	Площадь поперечного сечения стержня на первом участке
9	$F_2$	Площадь поперечного сечения стержня на втором участке
А	$F_3$	Площадь поперечного сечения стержня на третьем участке
В	$\Delta l$	Абсолютное удлинение стержня

Программа 2.2' составлена для стержней с тремя участками, но ее можно применять для расчета стержней с меньшим или большим количеством участков. При использовании программы к стержням с двумя участками необходимо принять, что заданный стержень имеет три участка, но на одном из участков продольная сила равна нулю.

При употреблении программы к стержням с количеством участков больше трех и различными  $[\sigma]$  и  $E$  для отдельных участков необходимо:

1. Для заданного стержня построить эпюру продольных сил.
2. Выделить участки стержня с одинаковыми  $[\sigma]$  и  $E$  в отдельные группы (каждая группа должна содержать не более трех участков).
3. Применив к каждой группе участков стержня приведенную в 2.2 программу, определим на каждом участке площадь поперечного сечения  $F$  и диаметр  $d$ .



4. Величина абсолютного удлинения стержня (алгебраическая сумма абсолютных удлинений всех участков ) после окончания расчетов записывается в регистр RG "B".

## 2.2. Программа

АДРЕС	КОМАНДА	КОД
00	ИП"0"	60
01	П"Д"	4Г
02	ПП	53
03	57	57
04	ИП"С"	6С
05	П"8"	48
06	ИП"1"	61
07	П"Д"	4Г
08	ПП	53
09	57	57
10	ИП"С"	6С
11	П"9"	49
12	ИП"2"	62
13	П"Д"	4Г
14	ПП	53
15	57	57
16	ИП"С"	6С
17	П"А"	4-
18	ИП"8"	68
19	П"Д"	4Г
20	ПП	53
21	70	70
22	ИП"1"	61
23	П"0"	40
24	ИП"6"	66
25	П"5"	45
26	ИП"9"	69
27	П"Д"	4Г
28	ПП	53
29	70	70

30	ИП"2"	62
31	П"0"	40
32	ИП"7"	67
33	П"5"	45
34	ИП"А"	6-
35	П"Д"	4Г
36	ПП	53
37	70	70
38	ИП"8"	68
39	П"Д"	4Г
40	ПП	53
41	83	83
42	ИП"С"	6С
43	П"0"	40
44	ИП"9"	69
45	П"Д"	4Г
46	ПП	53
47	83	83
48	ИП"С"	6С
49	П"1"	41
50	ИП"А"	6-
51	П"Д"	4Г
52	ПП	53
53	83	83
54	ИП"С"	6С
55	П"2"	42
56	С/П	50
57	ИП"Д"	6Г
58	ИП"3"	63
59	÷	13
60	"F" "X ≥ 0"	59
61	65	65

62	П"С"	4С
63	БП	51
64	89	69
65	1	01
66	I-I	0L
67	X	12
68	П"С"	4С
69	В/0	52
70	ИП"0"	60
71	"F"X ≠ 0"	57
72	82	82
73	ИП"5"	65
74	X	12
75	ИП"4"	64
76	÷	13
77	ИП"Д"	6Г
78	÷	13
79	ИП"В"	6L
80	+	10
81	П"В"	4Г
82	В/0	52
83	4	04
84	ИП"Д"	6Г
85	X	12
86	"F"J"	20
87	÷	13
88	"F"V"	21
89	П"С"	4С
	В/0	52

## 2.3. Пояснения к программе

Приведенная в 2.2 программа состоит из девяти обращений к подпрограммам, которые образуют собственно программу (она заканчивается командой "С/П"), и трех подпрограмм расчета площади поперечного сечения участка стержня, абсолютного удлинения участка и диаметра стержня на участке.

Команды первого обращения к подпрограмме вычисления площади (для определения сечения стержня на первом участке) записаны с адреса 00 по адрес 05. Это обращение содержит запись исходной информации в регистры памяти, с которыми работает подпрограмма, само обращение к подпрограмме

02 П П ( "П П"-команда перехода на подпрограмму )

03 5 7 ( адрес подпрограммы )

и запись найденной в результате работы подпрограммы величины  $F_1$  в соответствующий регистр памяти (RG "8").

Команды второго и третьего обращений к данной подпрограмме (для расчета площади поперечного сечения на втором и третьем участках стержня) записаны с адреса 06 по адрес 11 и с адреса 12 по адрес 17 соответственно. По своей структуре они аналогичны первому обращению к подпрограмме.

В адресах с 18 по 21 записано обращение к подпрограмме счета абсолютного удлинения участка стержня. В результате этого обращения определяется  $\Delta l_1$  (абсолютное удлинение первого участка). Для вычисления  $\Delta l_2$  и  $\Delta l_3$  эта подпрограмма вызывается при помощи обращений, записанных в адресах 22-29 и 30-37. Эти обращения содержат запись исходных данных для каждого участка  $N, l$  и  $F$  в регистры, с которыми работает подпрограмма (RG "0", RG "5", RG "Д"). Обращение к подпрограмме для определения диаметра стержня на первом участке записано с адреса 38 по адрес 43.

После работы подпрограммы найденная величина  $d_1$  из регистра RG "С" записывается в регистр RG "0" (адреса 42 и 43).

С адреса 44 по адрес 55 записаны обращения к этой подпрограмме для определения диаметров  $d_2$  и  $d_3$ . Найденные диаметры из регистра RG "С" записываются в регистры RG "1" и RG "2" соответственно.

Подпрограмма расчета площади сечения стержня записана с адреса 57 по 69 адрес. Эта подпрограмма вычисляет площадь сечения по формуле

$$F = \frac{N}{[\sigma]},$$

где  $N$  - величина продольной силы на участке стержня, а  $[\sigma]$  - допускаемое напряжение для материала стержня.

Так как продольная сила вводится со знаком плюс или минус, то и  $F$  по приведенной выше формуле будет вычислена также со знаком плюс или минус, что недопустимо при определении диаметра (потому что необходимо вычислять квадратный корень из отрицательного числа). Опустить знак продольной силы нельзя - он учитывается при расчете  $\Delta l$ .

Поэтому подпрограмма содержит команду перехода по условию "F" "X ≥ 0", при выполнении которой анализируется знак вычисленной площади и в случае необходимости он изменяется на обратный умножением на -1 ( эти команды записаны в адресах 65, 66, 67 ). Найденная величина площади сечения записывается в регистр RG "C", предназначенный для записи промежуточных величин.

Подпрограмма определения абсолютного удлинения участка стержня записана с 70 по 82 адрес. В подпрограмме используется формула (линейный закон Гука)

$$\Delta l = \frac{N \cdot l}{E \cdot F},$$

где  $N$  - продольная сила, действующая на данном участке стержня;

$l$  - длина участка стержня;

$E$  - модуль продольной упругости материала стержня;

$F$  - площадь поперечного сечения стержня на участке.

Подпрограмма содержит команду перехода по условию "F" "X ≠ 0" (71 адрес). Назначение этой команды - исключить деление на ноль в случае, если на данном участке площадь поперечного сечения равна нулю ( для участка  $N = 0$  ).

В результате работы подпрограммы для каждого участка стержня определяется абсолютное удлинение, а алгебраическая сумма абсолютных удлинений для всех участков накапливается в регистре RG "B".

С адреса 83 по адрес 90 записана подпрограмма определения диаметра стержня. В ней диаметр определяется по найденной в результате работы первой подпрограммы площади поперечного сечения  $F$  из известной зависимости  $F = \frac{\pi d^2}{4}$ , откуда  $d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}$ . Найденное значение диаметра записывается в регистр RG "C".

Каждая подпрограмма заканчивается командой возврата из подпрограммы "B/0" ( адреса 69, 82, 90).

## Варианты заданий

### Задача 1с

Для заданного ступенчатого стержня, нагруженного осевыми силами, построить эпюры продольных усилий с учетом его собственного веса.

Материал стержня - сталь, объемный вес  $80 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$ .

Площади поперечных сечений участков стержня:

$$F_1 = 0,002 \text{ м}^2, \quad F_2 = 0,004 \text{ м}^2.$$

Данные приведены в табл.3, расчетные схемы на с.21-23.

### Задача 2с

Для заданного стержня, жестко заземленного одним концом и нагруженного осевыми силами, построить эпюры продольных усилий. Исходя из условия прочности определить диаметры стержня на всех его участках и изобразить стержень полученных размеров. Вычислить также абсолютное удлинение стержня.

Материал стержня - сталь с модулем упругости  $E = 2,0 \cdot 10^8 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ , допускаемое напряжение принять равным  $1,6 \cdot 10^5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ .

Данные приведены в табл.4, расчетные схемы на с.25-27.

### Задача 2с-м

Для заданного стержня, жестко заземленного одним концом, нагруженного осевыми силами, построить эпюры продольных усилий и определить исходя из условия прочности диаметры стержня на всех участках.

Вычислить также абсолютную деформацию стержня, если он имеет различные механические характеристики на разных участках:

бронза: модуль упругости  $E_1 = 1 \cdot 10^8 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ ;

допускаемое напряжение  $[\sigma]_1 = 5,0 \cdot 10^4 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ ;

дуралюмин - модуль упругости  $E_2 = 0,7 \cdot 10^8 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ ;

допускаемое напряжение  $[\sigma]_2 = 8 \cdot 10^4 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ .

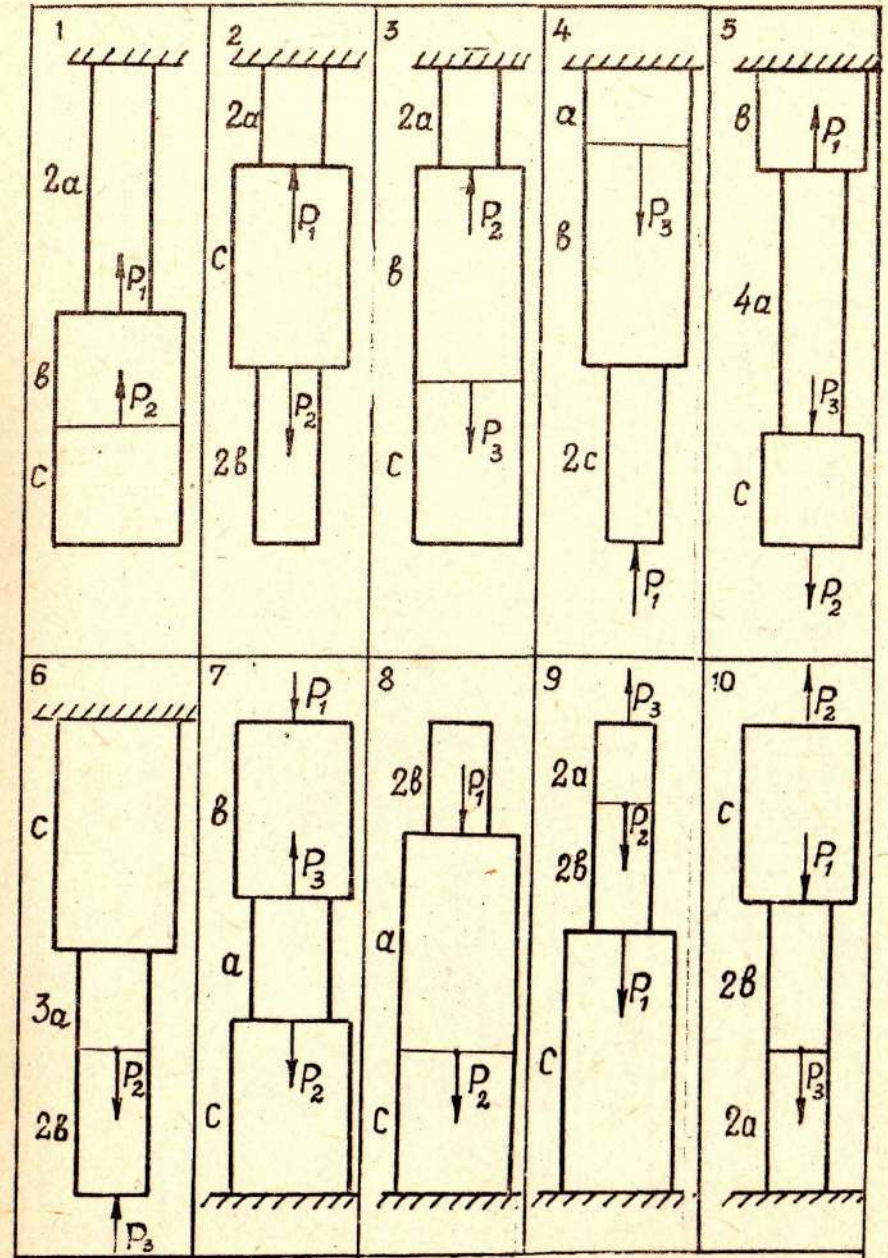
Подсчитанные значения диаметров округлить до стандартных и изобразить стержень полученных размеров.

Данные приведены в табл.5, расчетные схемы на с.29-31.

Таблица 3

Вариант	$P_1$ , кН	$P_2$ , кН	$P_3$ , кН	$a$ , м	$b$ , м	$c$ , м
I	10	20	30	10	10	10
2	30	10	10	15	15	15
3	20	10	10	20	20	20
4	20	20	10	12	15	15
5	30	30	20	10	20	20
6	10	10	20	10	15	20
7	30	30	10	10	15	10
8	30	20	30	10	20	10
9	20	30	30	15	10	20
10	10	10	30	15	20	10
11	10	10	40	15	10	15
12	20	20	30	15	20	15
13	20	20	40	20	10	18
14	30	30	20	20	10	20
15	30	30	40	20	20	10
16	40	30	20	20	15	15
17	40	30	10	20	10	10
18	40	10	30	15	10	20
19	30	40	20	12	12	10
20	30	40	40	12	10	15
21	10	20	40	10	12	18
22	40	40	10	12	15	20
23	40	40	20	12	15	12
24	40	40	30	12	18	20
25	20	10	30	12	12	10
26	20	10	40	18	10	10
27	40	10	30	18	20	15
28	10	30	40	18	10	18
29	20	40	40	15	18	12
30	20	20	50	20	12	18

Схема I к задаче 1с



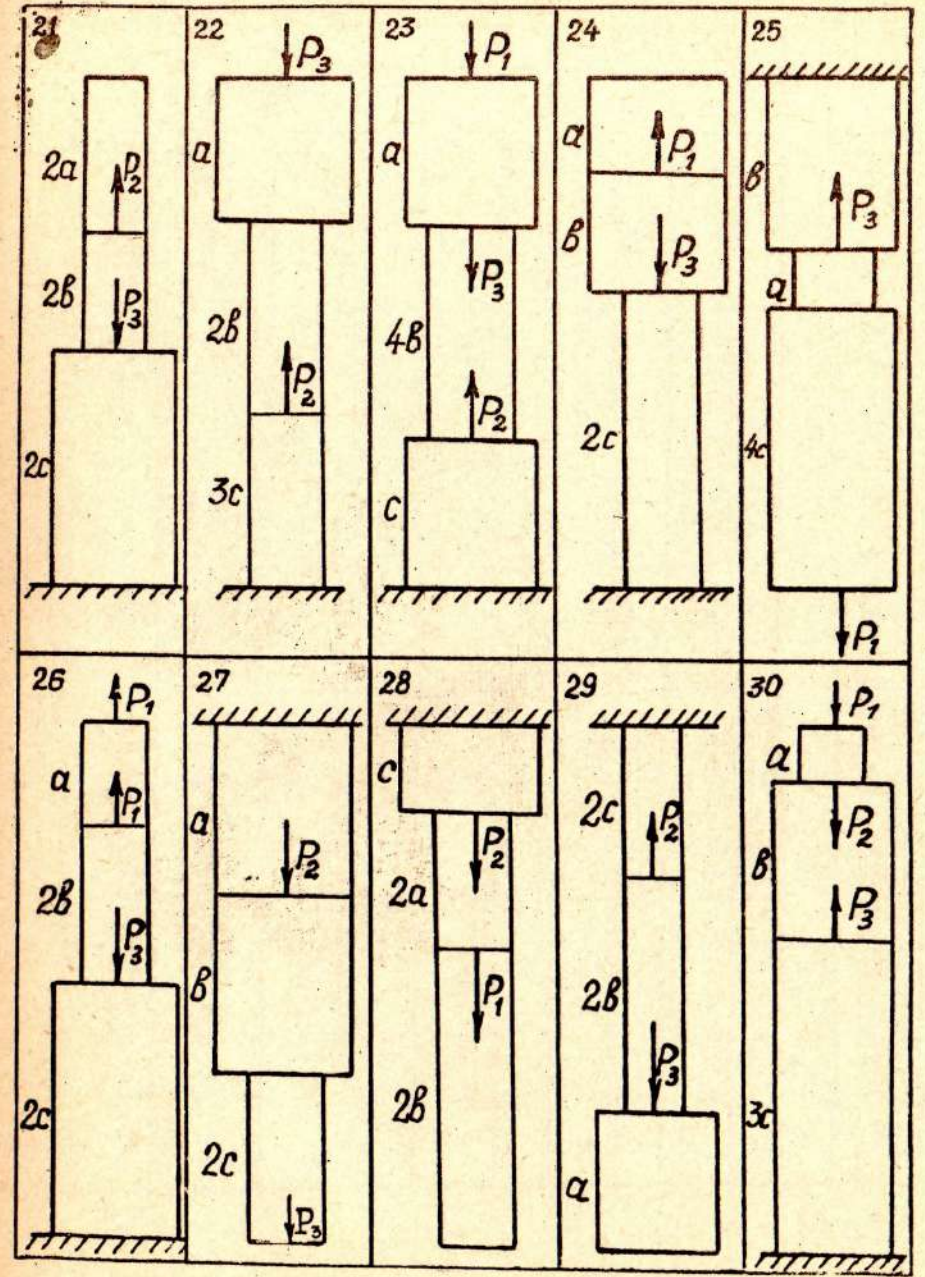
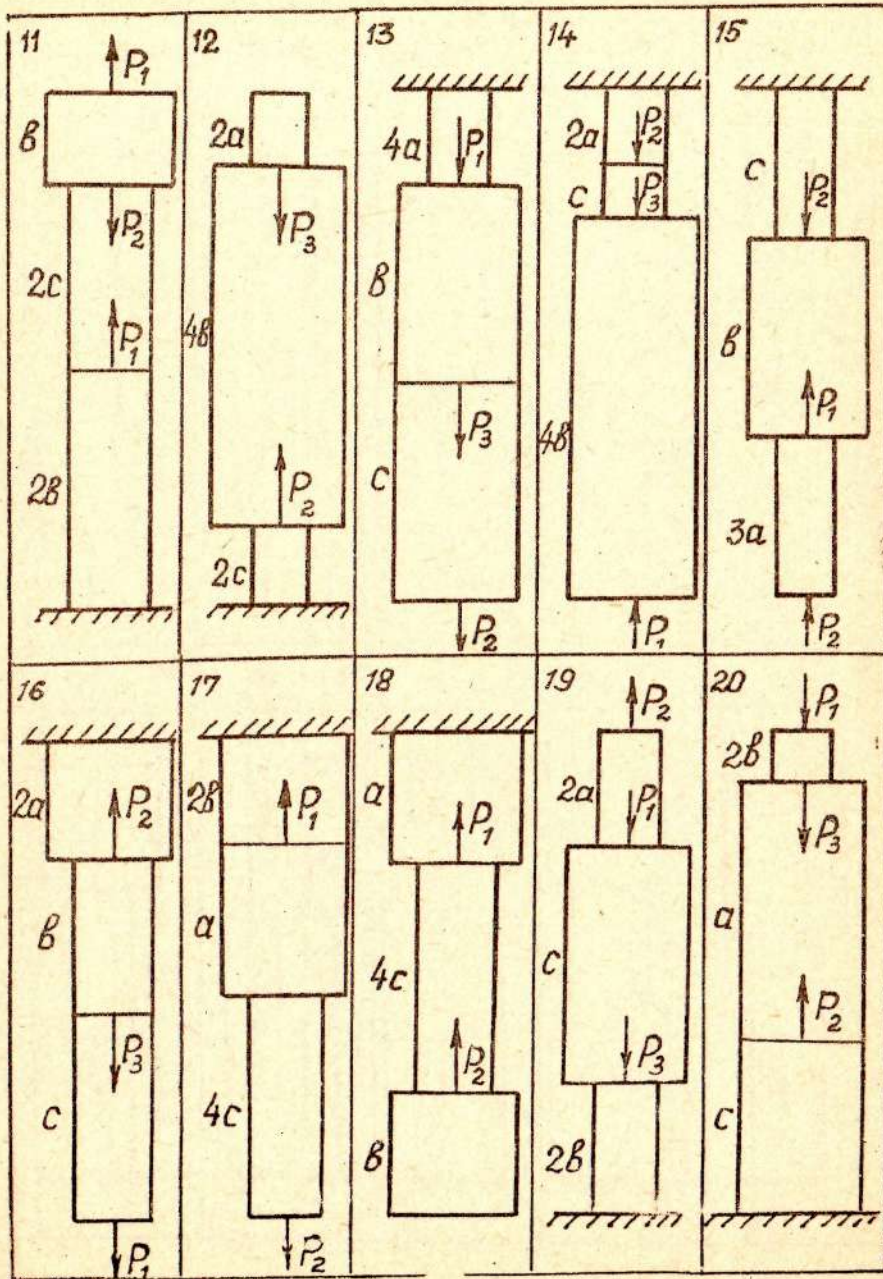
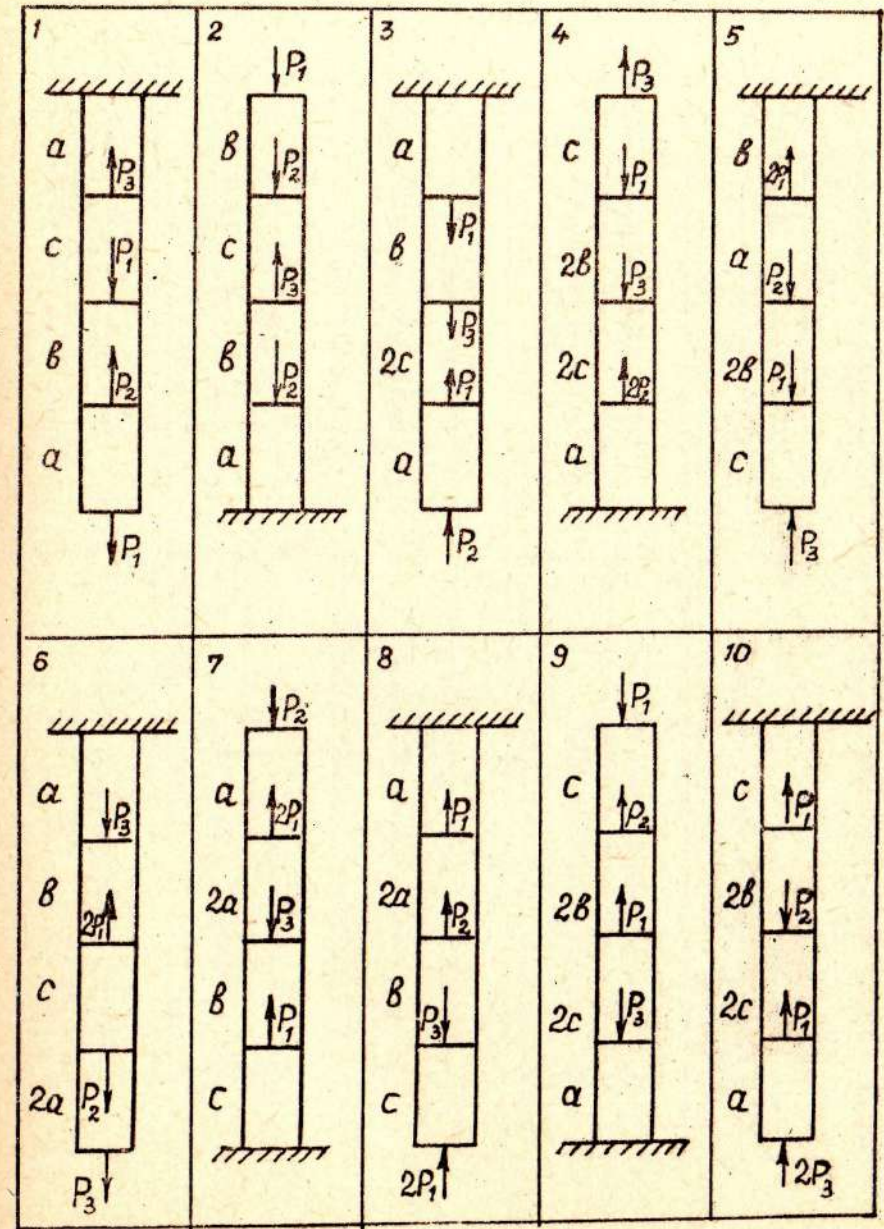


Таблица 4

Вариант	$P_1$ , кН	$P_2$ , кН	$P_3$ , кН	$a$ , м	$b$ , м	$c$ , м
1	20	40	60	1,4	2,0	2,0
2	30	60	30	2,0	1,6	2,4
3	40	20	50	1,2	2,0	1,6
4	50	20	30	1,4	1,8	2,0
5	60	30	20	2,2	2,0	1,2
6	20	40	30	2,4	1,8	1,6
7	30	50	30	2,6	1,6	2,2
8	40	20	30	1,2	2,2	1,8
9	50	30	60	1,6	2,4	2,0
10	60	40	30	1,4	2,6	1,8
11	60	30	50	1,8	2,2	1,6
12	50	30	50	2,0	1,4	2,4
13	40	20	50	2,6	1,2	2,4
14	30	40	20	2,4	1,4	2,6
15	20	40	50	2,2	2,0	1,4
16	20	50	30	2,0	1,8	2,6
17	30	20	60	1,6	2,6	1,8
18	40	50	20	1,8	2,0	2,2
19	50	40	50	2,0	1,4	2,4
20	60	20	50	2,2	2,0	1,8
21	50	40	20	2,4	1,6	1,2
22	20	30	40	1,8	1,2	2,6
23	40	40	60	1,6	2,4	2,0
24	30	50	30	2,4	2,0	1,8
25	40	40	60	2,2	1,8	1,6
26	30	60	30	1,6	2,2	2,0
27	60	50	50	1,8	2,4	1,6
28	40	50	60	2,0	1,6	1,4
29	20	60	50	1,8	2,2	1,2
30	50	40	40	2,6	1,4	1,8

Схема 2 к задаче 2с



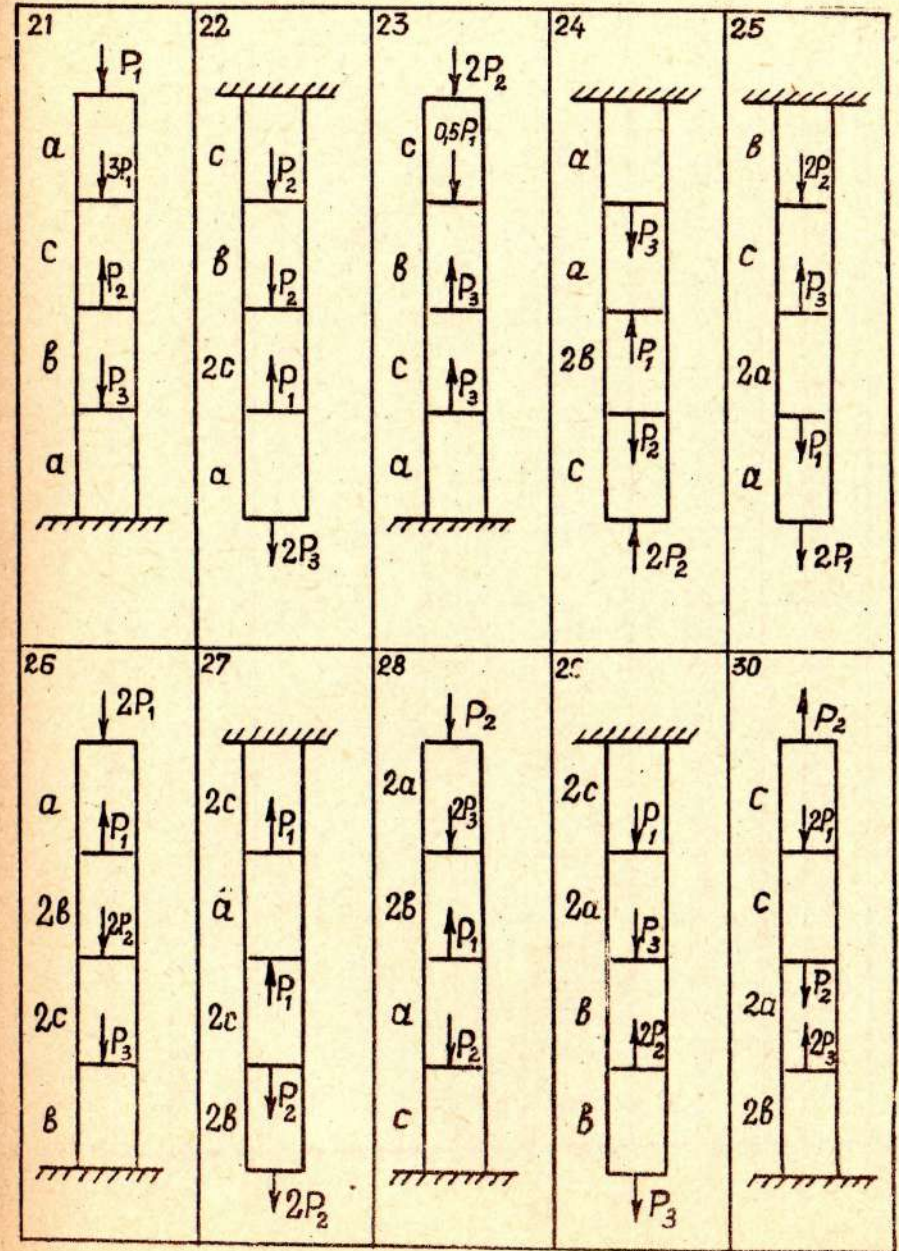
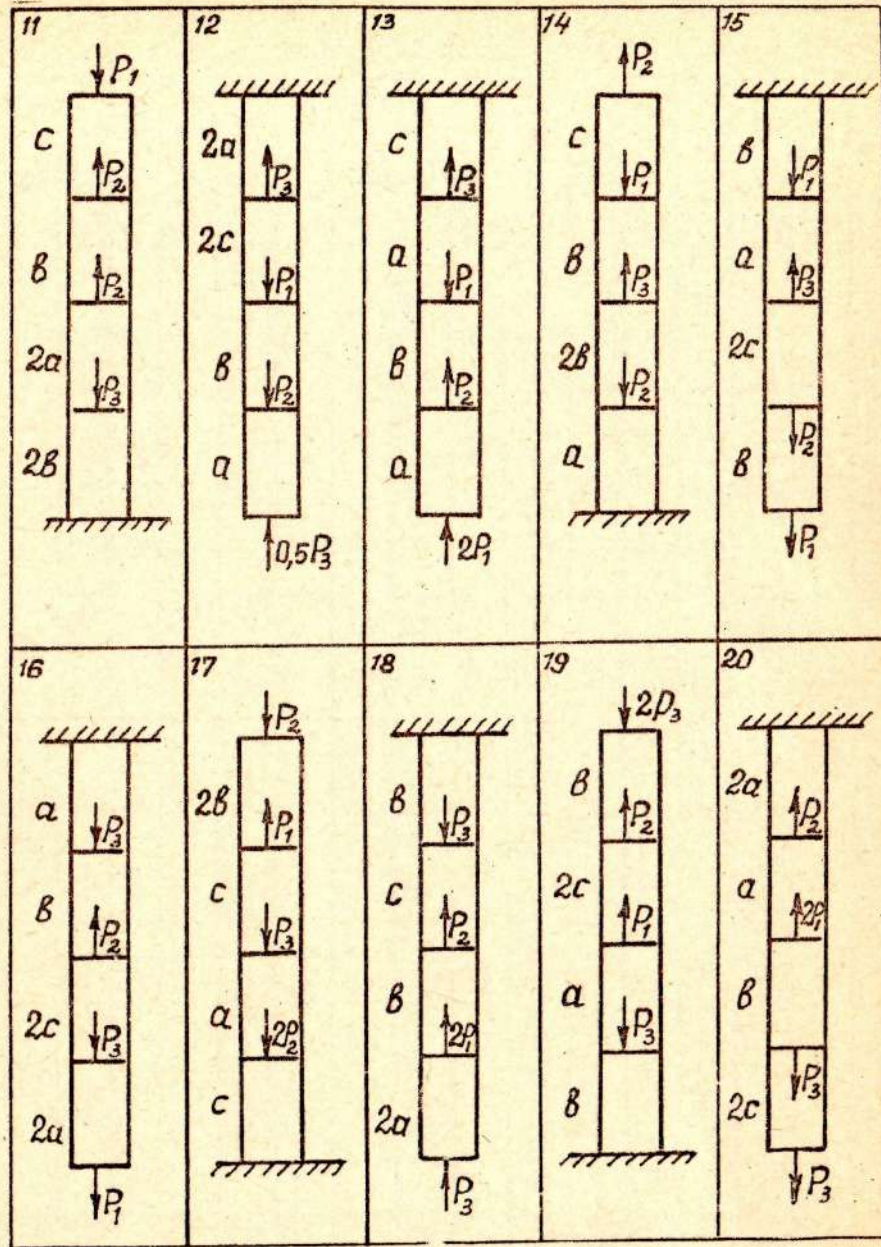
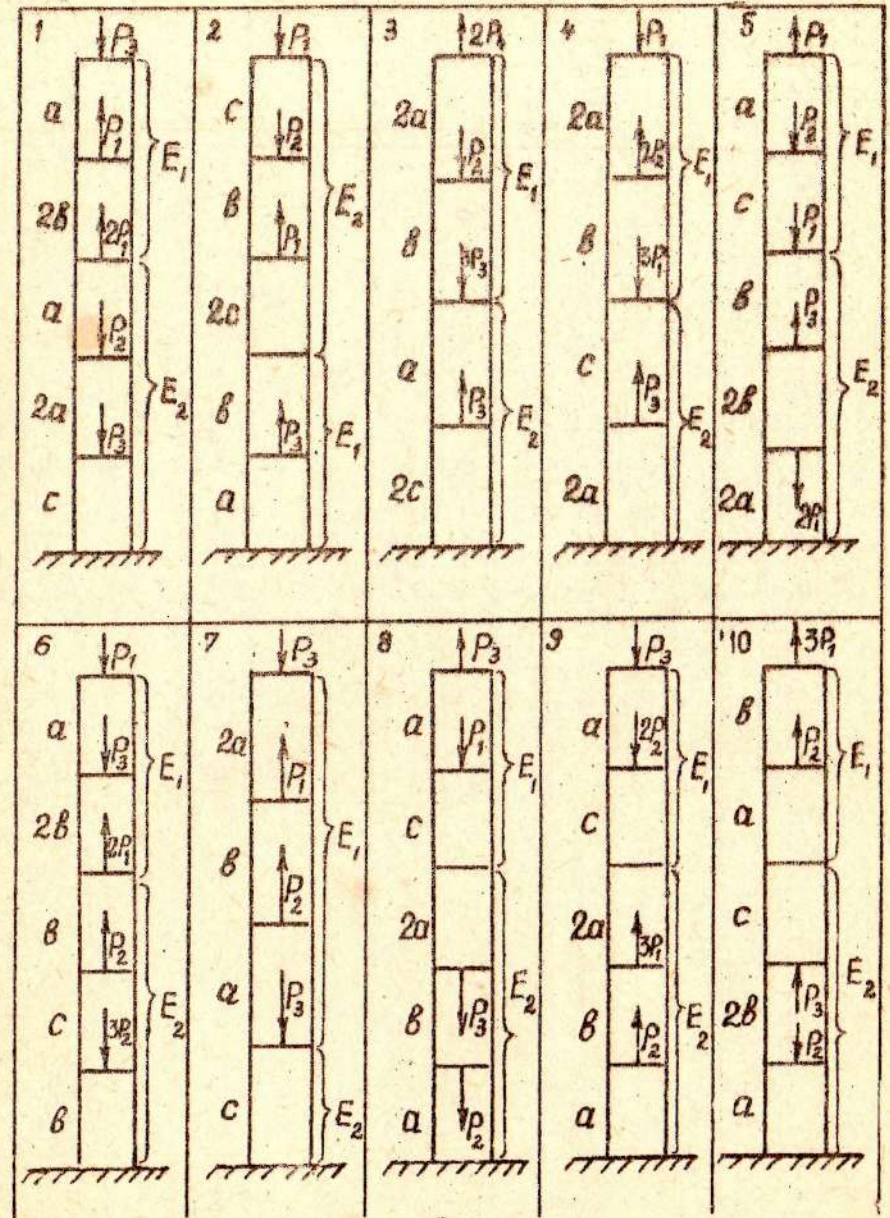


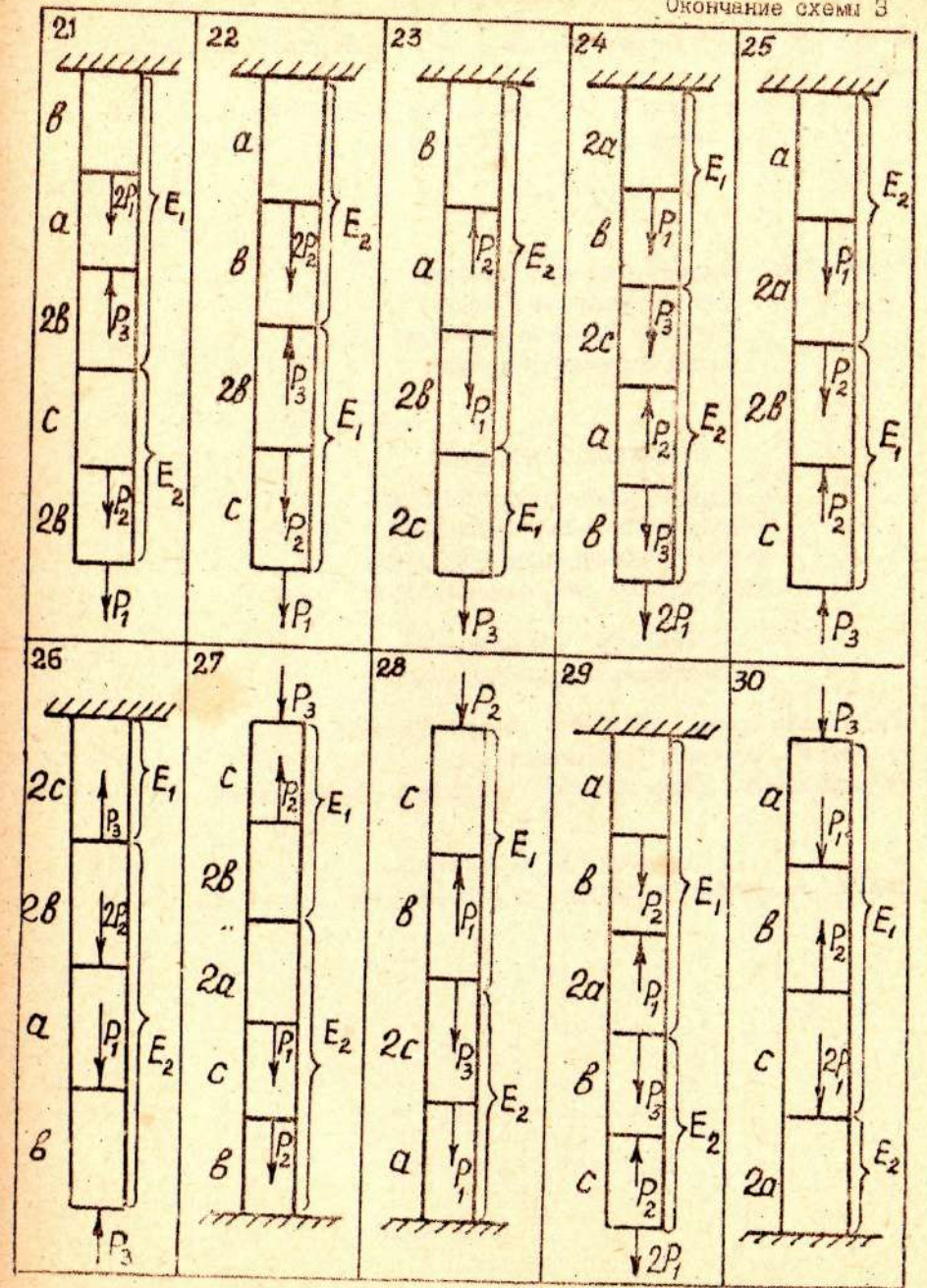
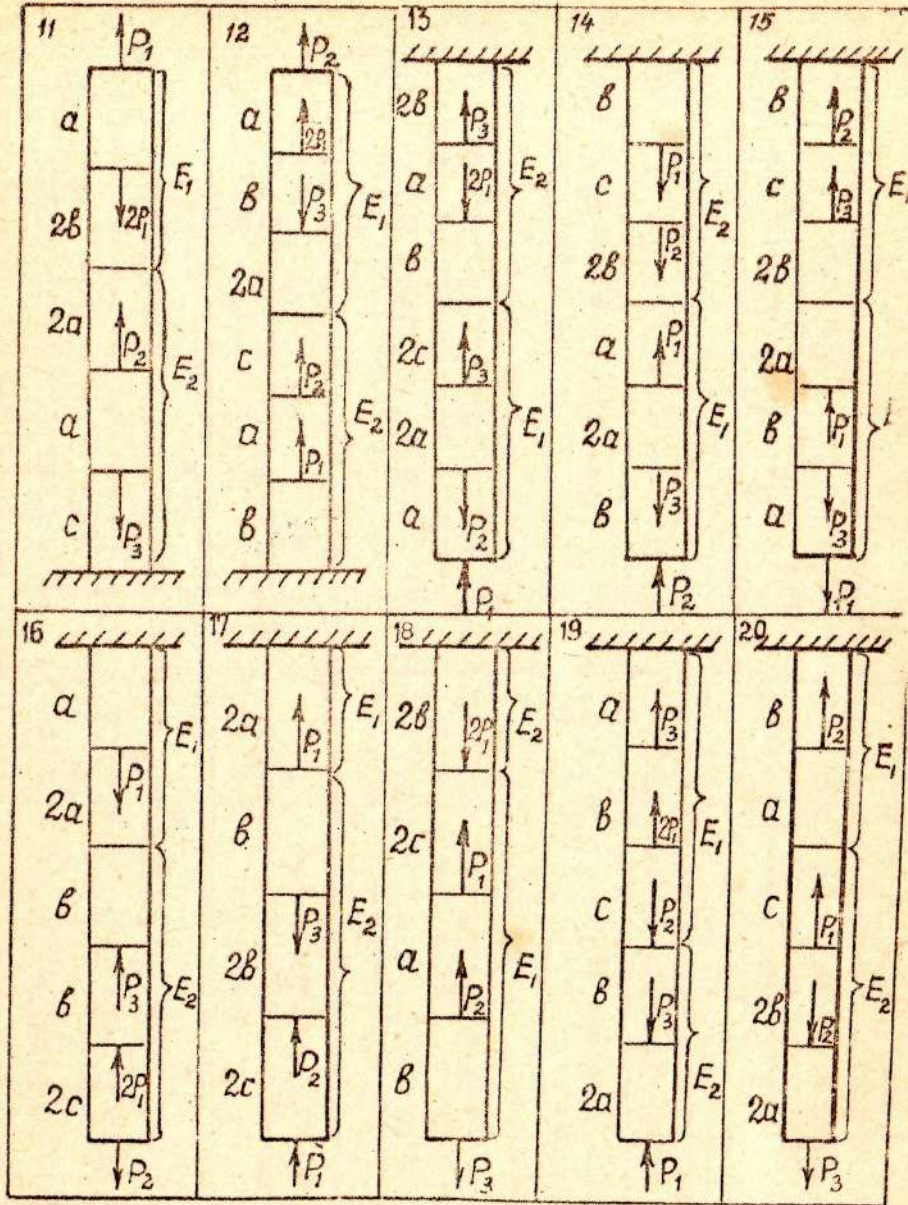
Таблица 5

Вариант	$P_1$ , кН	$P_2$ , кН	$P_3$ , кН	$a$ , м	$b$ , м	$c$ , м
1	30	20	30	1	2	2
2	50	60	30	2	2	1
3	70	30	20	3	1	1
4	80	40	50	1	3	1
5	60	50	20	2	2	1
6	20	20	40	1	1	2
7	20	50	60	2	2	2
8	30	40	70	3	2	1
9	40	20	60	1	1	3
10	50	60	30	1	2	1
11	60	20	30	3	1	2
12	70	20	70	2	1	2
13	80	40	20	3	1	2
14	80	20	60	1	1	2
15	70	30	40	2	2	1
16	60	20	60	3	3	1
17	50	50	20	1	3	3
18	40	40	50	3	1	3
19	30	20	70	2	3	3
20	20	40	60	2	2	3
21	30	40	50	1	2	3
22	40	50	60	3	2	1
23	60	50	30	2	1	2
24	80	20	30	1	1	2
25	70	30	40	3	1	1
26	60	20	50	1	1	3
27	50	20	20	2	2	3
28	40	30	50	1	3	1
29	30	80	30	2	2	3
30	20	40	80	1	1	3

Схема 3 к задаче 2с-м







Список литературы

1. Микрокалькулятор "Электроника БЗ - 34". Руководство по эксплуатации.
2. Сопротивление материалов /Г.С.Писаренко, В.А.Агарков, А.Л.Квитка, В.Г.Попков, Э.С.Уманский. - Киев: Гос. изд. техн. литер., 1963. - 971 с.

Составители: Владимир Иванович Онищенко  
Георгий Дмитриевич Пахомов  
Валентина Ефимовна Артюхова  
Эдуард Вигенович Нерсисян

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ  
МАТЕРИАЛОВ ПО ТЕМЕ "РАСТЯЖЕНИЕ -  
СЖАТИЕ" С ПРИМЕНЕНИЕМ ПМК БЗ-34  
для студентов специальности 0506

Редактор С.С.Графская  
Редакционно-издательский отдел

Подписано в печать 20.05.88. Формат 60x84/16.  
Бум. тип. №3. Офс. печ. Усл. печ. л. 1,8.  
Уч.-изд. л. 1,8. Тираж 200 экз. Заказ 404. . Бесплатно.

Ротапринт ДГУ им. Артема  
320600, г. Днепрпетровск-14, пр. К. Маркса, 19.