ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ивановская государственная текстильная академия»
(ИГТА)

Кафедра теоретической механики и сопротивления материалов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ

к расчетно-графической работе № 1 по курсу

«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

для студентов спец. 280300 (260704), 280400 (260703), 330500 (280102), 280800 (260901), 280900 (260902), 170700 (150406), 230700 (100101)

Иваново 2007

Настоящие методические указания предназначены для студентов спец. 280300 (260704), 280400 (260703), 330500 (280102), 280800 (260901), 280900 (260902), 170700 (150406), 230700 (100101) дневного и заочного факультетов, выполняющих расчетно-графические работы по дисциплине «Сопротивление материалов».

В методических указаниях предложены задачи для расчетно-графической работы №1 на тему «Осевое растяжение и сжатие», а также приводятся примеры решения этих задач.

Составители: канд. техн. наук, доц. С.М. Иванов
канд. техн. наук, доц. Т.В. Шмелева
канд. техн. наук, доц. Е.В. Полякова
доц. С.Л. Халезов

Научный редактор канд. техн. наук, проф. В.А. Суров

Общие положения

Расчетно-графическая работа №1 посвящена растяжению и сжатию прямолинейных стержней. В задача №1 рассматривается статически определимый стержень, №2 – статически неопределимый стержень с жесткими связями, №3 – статически неопределимая задача с гибкими связями. Студент выбирает расчетную схему и численные данные задачи в соответствии с индивидуальным вариантом. Номер варианта для студентов дневных факультетов выдает преподаватель, для студентов заочного факультета определяется в соответствии с номером зачетной книжки. Предпоследняя цифра зачетной книжки соответствует номеру расчетной схемы задачи, последняя цифра – номеру численных значений из таблицы данных. Номер варианта один и тот же для всех трех задач.

Преподаватель может вносить изменения в условия задачи в соответствии с особенностями изучения курса «Сопротивление материалов» данной специальности.

ЗАДАЧИ К РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 1

Задача 1

Для ступенчатого стального стержня (рис.1.1), находящегося под воздействием заданных внешних сил (табл.1.1):

1. Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине стержня.
2. Определить перемещение свободного конца стержня и сечения *m-n*, приняв $E = 2 \cdot 10^5$ *МПа.*
3. Определить запас прочности стержня, приняв σ_T *=240 МПа.*

Примечание: если запас прочности стержня получится меньше единицы, то необходимо подобрать новую площадь поперечного сечения при
$[\sigma]$*=160 МПа.*

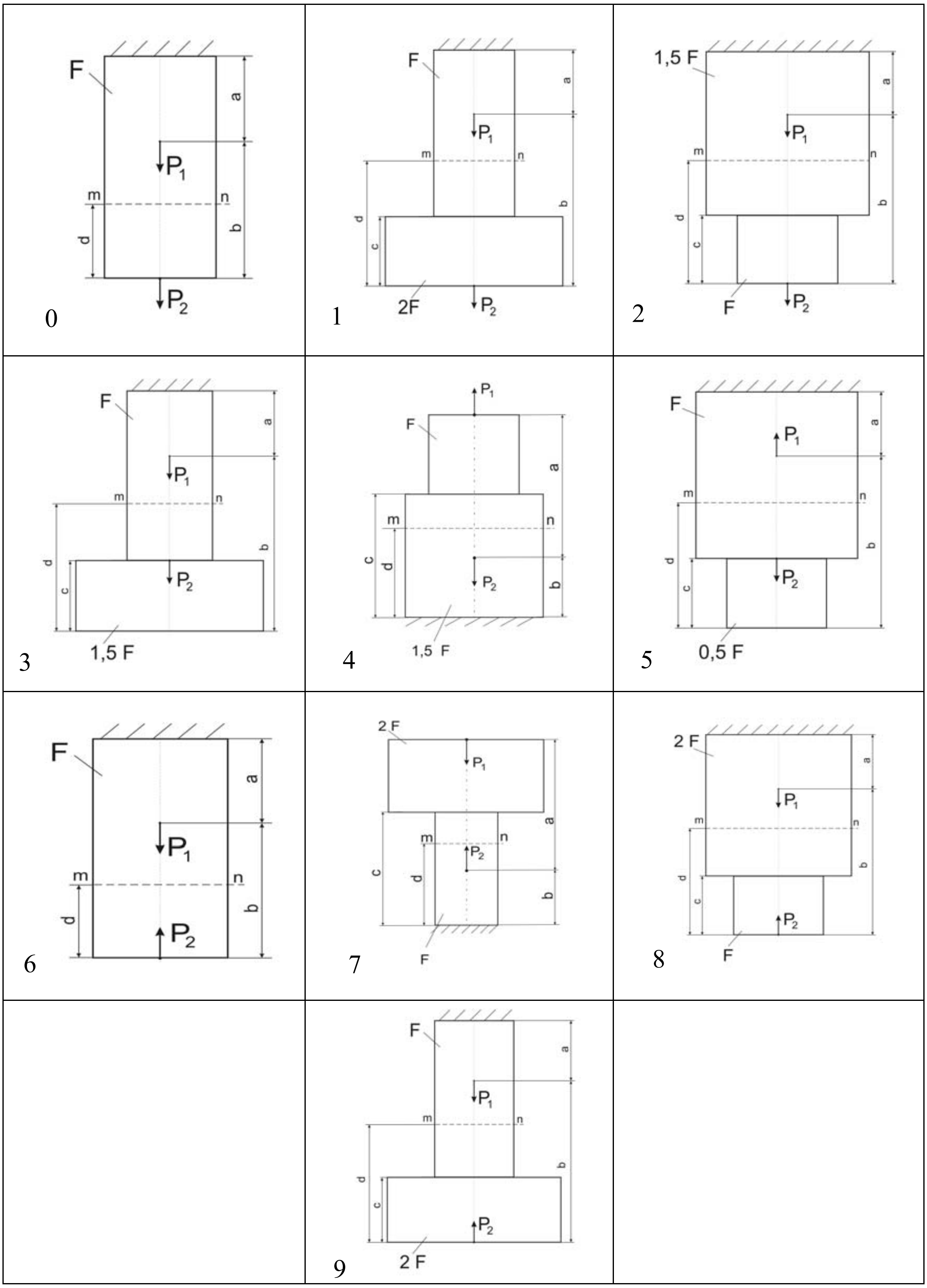

0
F
P1
P2
m
n
a
b
d
1
F
2F
P1
P2
m
n
a
b
c
d
2
1,5 F
F
P1
P2
m
n
a
b
c
d
3
F
1,5 F
P1
P2
m
n
a
b
c
d
4
F
1,5 F
P1
P2
m
n
a
b
c
d
5
F
0,5 F
P1
P2
m
n
a
b
c
d
6
F
P1
P2
m
n
a
b
d
7
2 F
F
P1
P2
m
n
a
b
c
d
8
2 F
F
P1
P2
m
n
a
b
c
d
9
F
2 F
P1
P2
m
n
a
b
c
d

Рис.1.1

Таблица 1.1

№ варианта	P_1 (кН)	P_2 (кН)	F (см^2)	a (м)	b (м)	c (м)	d (м)
1	50	18	5	4	10	5	3
2	60	20	6	4.5	16	6.8	2.5
3	70	25	7	3	15	7.5	1.5
4	20	30	7.5	1.5	9	2	3.5
5	10	35	5.5	1.2	11	1	4.8
6	30	40	6.5	4.8	14	3.8	5.2
7	20	65	12	4.0	8	2.6	6.0
8	30	60	13	6.5	11.5	2.5	5.4
9	40	70	14	6.0	12.2	9	3.0
0	15	100	15	4.8	13	5	6.8

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ №1

Дано: $a = 10м, b = 15м, c = 10м,\ d = 12м, F = 10см^2, P_1 = 100кН, P_2 = 50кН$:

1. Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине стержня.
2. Определить перемещение свободного конца стержня и сечения $m - n$, приняв $E = 2 \cdot 10^5 МПа$.
3. Определить запас прочности стержня, приняв $\sigma_T = 240МПа$.

Примечание: если запас прочности стержня получится меньше единицы, то необходимо подобрать новую площадь поперечного сечения при $[\sigma] = 160МПа$ (рис.1.2).

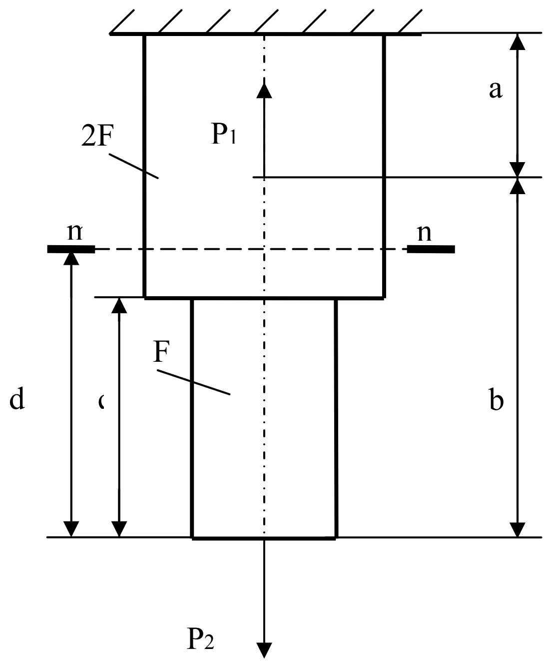


Рис.1.2

РЕШЕНИЕ

1. Построение эпюры продольных сил

Определяем продольные силы на каждом участке, используя метод воображаемых сечений – метод «РОЗУ». Мысленно разбиваем стержень на участки. Границами участков являются сечения, в которых приложены внешние силы, и место изменения размеров поперечного сечения и т.д. Таким образом, заданный стержень имеет три участка. При применении метода сечений, как известно, принципиально безразлично, равновесие какой из отсеченных (нижней или верхней) частей стержня рассматривать. В данном случае, применяя метод сечений, будем оставлять нижнюю и отбрасывать верхнюю отсеченную часть стержня, при этом отпадает надобность в предварительном определении реакции заделки.

При построении эпюры (графика) распределения продольных сил N проводим ось ординат графика параллельно оси стержня, откладываем в произвольно выбранном масштабе значения продольных сил по оси абсцисс. Так как в пределах одного или нескольких смежных участков продольная сила не меняется, то эпюра ограничена прямыми, параллельными оси ординат.

Полученный график принято штриховать, при этом штриховка должна быть перпендикулярна оси стержня. Каждая линия штриховки (абсцисса графика) в соответствующем масштабе выражает величину продольной силы в лежащем против нее поперечном сечении стержня.

Эпюру нормальных напряжений получим, разделив значения N на соответствующие площади поперечных сечений стержня.

1 участок

- Проведем произвольное сечение 1 – 1 на 1-м участке, отбрасываем верхнюю часть до сечения, зарисовываем нижнюю часть (рис.1.3), изображаем продольную силу в сечении (вдоль оси стержня) и составляем уравнение статики для данной системы сил (рассматриваем равновесие оставленной части):

$$\sum y = 0; \quad N_1 - P_2 = 0; \quad N_1 = P_2 = 50 \ кН \ .$$

Так как продольная сила направлена в сторону отброшенной части, то знак «+» означает, что на первом участке происходит деформация растяжения.

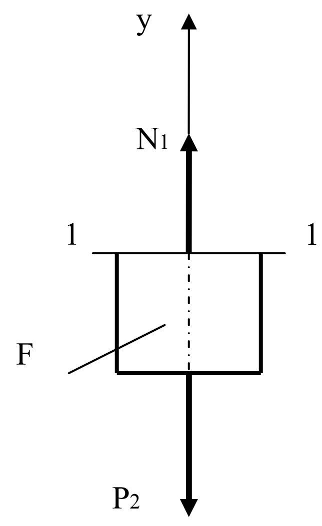


Рис.1.3

- Определяем нормальные напряжения, возникающие в поперечных сечениях стержня на первом участке:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{F},$$

где N_1 – продольная сила на первом участке, H;

F – площадь поперечного сечения на первом участке, $м^2$;

$$\sigma_1 = \frac{50 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^{-4}} = 50 \cdot 10^6 \, Па = 50 \;\; МПа \; .$$

- Строим эпюры продольных сил и нормальных напряжений первого участка (рис.1.4).

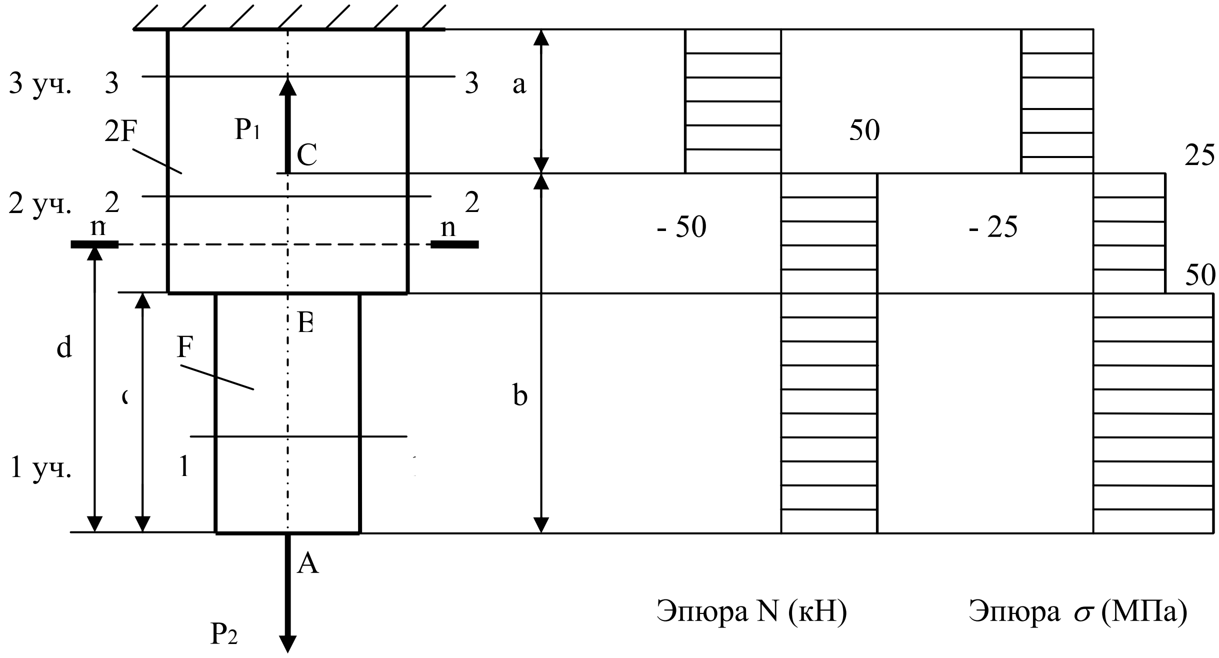


Рис. 1.4

2 участок

- Мысленно разрезаем стержень плоскостью 2 – 2 на 2-м участке, отбрасываем верхнюю часть до сечения, зарисовываем нижнюю часть (рис.1.5), изображаем продольную силу в сечении и составляем уравнение статики для данной системы сил:

$$\sum y = 0; \quad N_2 - P_2 = 0; \quad N_2 = P_2 = 50 \text{ кН}.$$

На втором участке также происходит деформация растяжения.

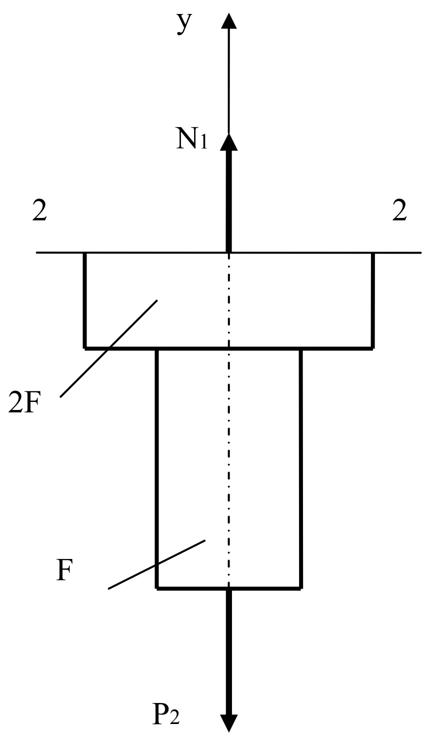


Рис.1.5

- Определяем нормальные напряжения, возникающие в стержне на втором участке:

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{2F} = \frac{50 \cdot 10^3}{2 \cdot 10 \cdot 10^{-4}} = 25 \cdot 10^6 \ Па = 25\, МПа.$$

- Строим эпюры продольных сил и нормальных напряжений второго участка (рис.1.4).

3 участок

- Мысленно разрезаем стержень плоскостью 3 – 3 на 3-м участке, отбрасываем верхнюю часть до сечения, зарисовываем нижнюю часть (рис.1.6), изображаем продольную силу в сечении и составляем уравнение статики для данной системы сил:

$$\sum y = 0; \quad N_3 - P_2 + P_1 = 0; \quad N_3 = P_2 - P_1 = -50 \ кН \ .$$

Так как продольная сила направлена в сторону отброшенной части, то знак «-» означает, что на третьем участке происходит деформация сжатия.

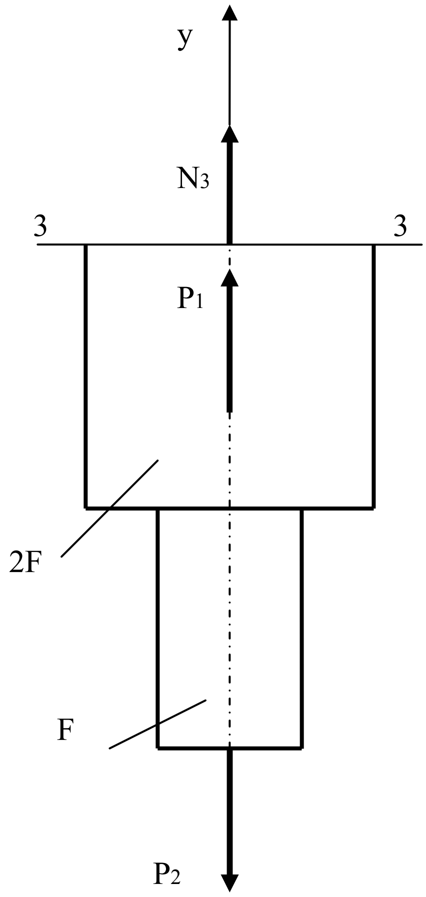


Рис.1.6

- Определяем нормальные напряжения, возникающие в стержне на третьем участке:

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{2F} = -\frac{50 \cdot 10^3}{2 \cdot 10 \cdot 10^{-4}} = -25 \cdot 10^6\ Па = -25\ МПа.$$

- Строим эпюры продольных сил и нормальных напряжений третьего участка (рис.1.4).

2. Определение перемещения свободного конца стержня и сечения *m - n*

Для этого воспользуемся законом Гука:

$$\Delta l = \frac{Nl}{EF},$$

где Δl – абсолютное удлинение или укорочение (изменение длины) участка стержня, *м*;

N – продольная сила на участке, *Н*;

l – длина участка стержня, *м*;

E – модуль продольной упругости – физическая константа, характеризующая жесткость материала при линейной деформации, $Н/м^2$;

F – площадь поперечного сечения участка, $м^2$;

EF – жесткость сечения бруса при растяжении (сжатии).

Перемещение свободного конца бруса равно удлинению всего стержня:

$$\Delta l = \frac{N_1 c}{EF} + \frac{N_2 (b-c)}{E2F} + \frac{N_3 a}{E2F}.$$

Подставляем числовые значения:

$$\Delta l = \frac{50 \cdot 10^3 \cdot 10}{2 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-3}} + \frac{50 \cdot 10^3 \cdot (15-10)}{2 \cdot 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{-3}} - \frac{50 \cdot 10^3 \cdot 10}{2 \cdot 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 18{,}75 \cdot 10^{-4}\ м = 1{,}875 мм.$$

Перемещение сечения $m - n$ равно удлинению участка длиной $(a+b-d)$:

$$\Delta l_{m-n} = \frac{N_2 (b-d)}{E2F} + \frac{N_3 a}{E2F}.$$

Подставляя числовые значения, получим:

$$\Delta l_{m-n} = \frac{50 \cdot 10^3 \cdot (15-12)}{2 \cdot 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{-3}} - \frac{50 \cdot 10^3 \cdot 10}{2 \cdot 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = -87{,}5 \cdot 10^{-5}\ м = -0{,}875 мм.$$

3. Определение коэффициента запаса прочности стержня

Отношение предельного напряжения к наибольшему расчетному напряжению называют *коэффициентом запаса прочности:*

$$n = \frac{\sigma_{пред}}{|\sigma_{\max}|}.$$

Коэффициент запаса прочности (фактический) должен быть не меньше требуемого (заданного, допускаемого, нормативного) для данного элемента конструкции:

$$n \geq [n].$$

Приведенное неравенство является условием прочности.

Для нашего стержня $\sigma_{пред} = \sigma_T = 240 МПа$, $\sigma_{\max} = \sigma_1 = 50 МПа$,

$$n = \frac{240 \cdot 10^6}{50 \cdot 10^6} = 4{,}8;$$

$$4{,}8 \geq 1.$$

Коэффициент запаса прочности больше единицы, поэтому подбирать новую площадь поперечного сечения не требуется.

СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫЕ СИСТЕМЫ

Задача 2

Для заданного стального стержня (рис.2.1) без учёта собственного веса (табл.2.1):

1. Раскрыть статическую неопределимость, построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине стержня.
2. Определить и показать на наиболее напряжённом участке нормальное и касательное напряжения в наклонном сечении (Р = 100 к Н, $F = 15$ см^2 , а = 1 м, $\alpha = 15^{o}$).

Проверить прочность конструкции, если *$[\sigma]$=160 МПа.*

Примечание: при вычерчивании расчетной схемы утолщенные и утоненные участки стержня показывать в соответствии со значениями F_1 и F_2.

.

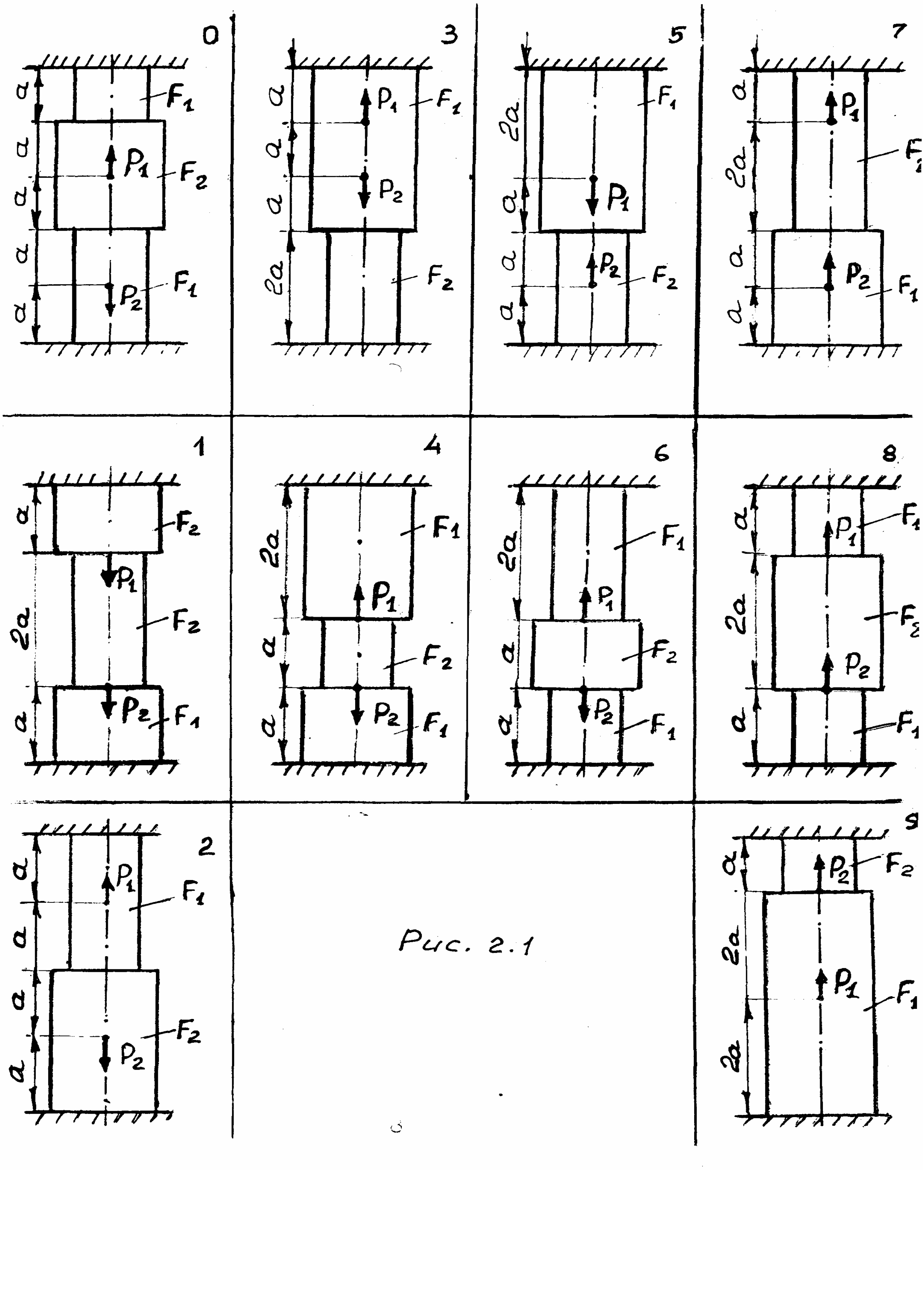


Рис. 2.1

Таблица 2.1

№ варианта	P_i		F_i	
	P_1	P_2	F_1	F_2
0	P	2P	F	2F
1	2P	P	2F	F
2	2P	P	F	F
3	P	3P	F	2F
4	3P	P	2F	F
5	P	2P	2F	F
6	2P	3P	2F	F
7	3P	P	F	2F
8	P	2P	2F	F
9	2P	P	F	2F

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ 2

Дано: $P=100\,кН,\ l_1=l_2=l_3=l_4=1м,\ F=15\cdot10^{-4}\,м^2,\ \alpha=15^o$.

1. Раскрыть статическую неопределимость, построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине стержня.
2. Определить и показать на наиболее напряжённом участке нормальное и касательное напряжения в наклонном сечении.

Проверить прочность конструкции, если *[σ]=160 МПа* (рис.2.2).

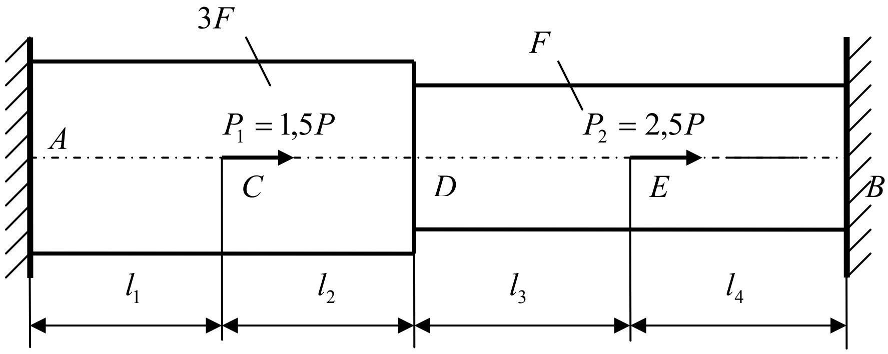


Рис.2.2

РЕШЕНИЕ

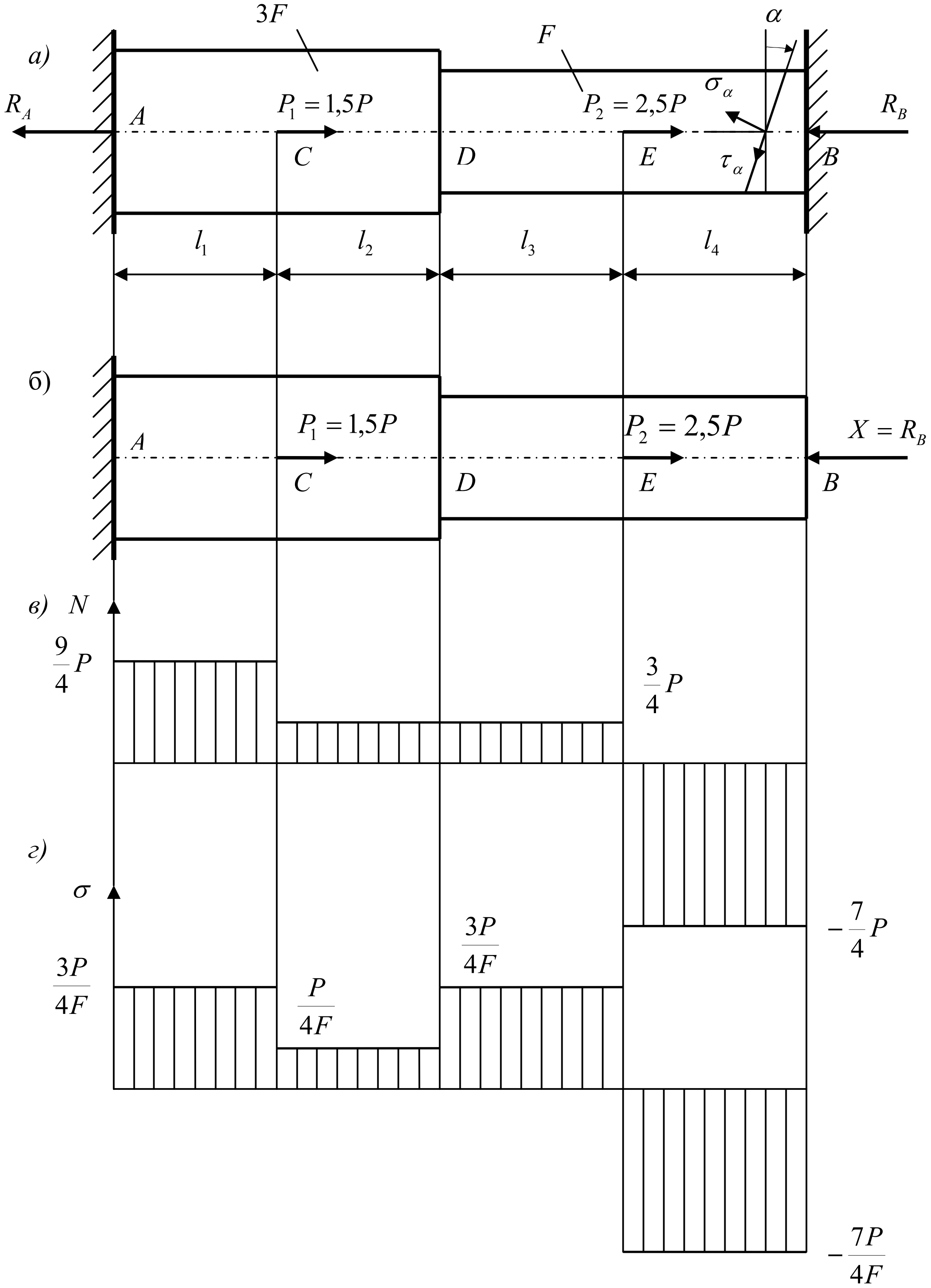
1. В данном случае имеем систему сил, направленных по одной прямой (рис.2.3,*а*), и статика дает лишь одно уравнение равновесия:

$$P_1 + P_2 - R_A - R_B = 0 \cdot$$

Для составления уравнения перемещений отбросим одну из заделок, например правую, и заменим ее действие на стержень соответствующей силой реакции R_B. В результате получен стержень, защемленный одним концом (статически определимый стержень) и нагруженный, кроме заданных сил P_1 и P_2, неизвестной пока силой $X = R_B$. Показанный на рис. 2.3,б стержень нагружен так же, как заданный, – *эквивалентен* заданному. Следовательно, перемещение сечения *В* рассматриваемого стержня равно нулю, так как фактически (в заданном стержне) это сечение жестко заделано:

$$\delta_B = 0 \cdot$$

Здесь δ_B - суммарное перемещение сечения *В*, то есть от действия всех сил (P_1, P_2, X). Применив принцип независимости действия сил (определяя перемещение сечения *В* от каждой силы в отдельности, предполагаем, что она действует только одна, конечно, с соответствующей ей реакцией опоры *А*, а



а)
3F
F
α
R_A
A
$P_1 = 1,5P$
$P_2 = 2,5P$
σ_α
R_B
C
D
E
τ_α
B
l_1
l_2
l_3
l_4
б)
$P_1 = 1,5P$
$P_2 = 2,5P$
$X = R_B$
в) N
$\frac{9}{4}P$
$\frac{3}{4}P$
г)
σ
$-\frac{7}{4}P$
$\frac{3P}{4F}$
$\frac{P}{4F}$
$-\frac{7P}{4F}$

Рис.2.3.

остальные силы в это время отсутствуют), представим уравнение перемещений в виде

$$\delta_{BP_1} + \delta_{BP_2} + \delta_{BX} = 0,$$

то есть перемещение от совместного действия всех сил равно *алгебраической* сумме перемещений от действия каждой силы в отдельности:

$\delta_{BP_1} = \dfrac{1{,}5Pl_1}{E3F}$ – удлинение участка AC в результате действия силы P_1;

$\delta_{BP_2} = \dfrac{2{,}5P\left(l_1 + l_2\right)}{E3F} + \dfrac{2{,}5Pl_3}{EF}$ – сумма удлинений участков *AD* и *DE* в результате действия силы P_2;

$\delta_{BX} = -\dfrac{X(l_1 + l_2)}{E3F} - \dfrac{X\left(l_3 + l_4\right)}{EF}$ – сумма укорочений участков *AD* и *DB* в результате действия силы *X*.

Подставив найденные значения $\delta_{BP_1}, \delta_{BP_2}, \delta_{BX}$ в уравнение перемещений, получим

$$\frac{1{,}5Pl_1}{E3F} + \frac{2{,}5P\left(l_1 + l_2\right)}{E3F} + \frac{2{,}5Pl_3}{EF} - \frac{X(l_1 + l_2)}{E3F} - \frac{X\left(l_3 + l_4\right)}{EF} = 0,$$

откуда $X = \frac{7}{4}P$. Окончательно получаем:

$$R_B = \frac{7}{4}P = \frac{7}{4}100 = 175\,кН, \quad R_A = \frac{9}{4}P = \frac{9}{4}100 = 225\,кН.$$

Построение эпюры продольных сил (рис. 2.3,*в*) и нормальных напряжений (рис.2.3,*г*) ничем не отличается от рассмотренного в задаче 1, так как после определения реакции $X = R_B$ стержень представляет собой статически определимый стержень, нагруженный известными силами (только здесь стержень горизонтальный и отбрасывать нужно левую или правую часть).

2. Полное напряжение, возникающее в некоторой наклонной площадке, составляющей угол α с плоскостью нормального сечения (рис.2.4,а), определяется следующим образом: $p = \sigma \cdot cos\ \alpha$.

Раскладываем это напряжение по нормали и касательной к наклонной площадке (рис.2.4, *б*), находим:

$$\sigma_{\alpha} = p \cdot \cos \alpha, \quad \tau_{\alpha} = p \cdot \sin \alpha$$

или

$$\sigma_{\alpha} = \sigma \cdot \cos^2 \alpha, \quad \tau_{\alpha} = \frac{1}{2} \sigma \cdot \sin 2\alpha ,$$

где σ_{α} и τ_{α} – нормальное и касательное напряжения в наклонном сечении.

Наибольшие напряжения возникают на участке *EB* (рис.2.3,*а*), где происходит деформация сжатия:

$$\sigma_{\max} = \sigma_3 = \frac{7P}{4F} = \frac{7 \cdot 100 \cdot 10^3}{4 \cdot 15 \cdot 10^{-4}} = 116{,}67 \cdot 10^6 = 116{,}67 МПа.$$

Определим на этом участке нормальное и касательное напряжения в наклонном сечении при $\alpha = 15^o$:

$$\sigma_{\alpha} = \sigma \cdot \cos^2 \alpha = 116{,}67 \cdot \cos^2 15^0 = 108{,}85 МПа,$$

$$\tau_{\alpha} = \frac{1}{2} \sigma \cdot \sin 2\alpha = \frac{1}{2} \cdot 116{,}67 \cdot \sin\left(2 \cdot 15^0\right) = 29{,}16 МПа \text{ (рис.2.3,}a\text{)}.$$

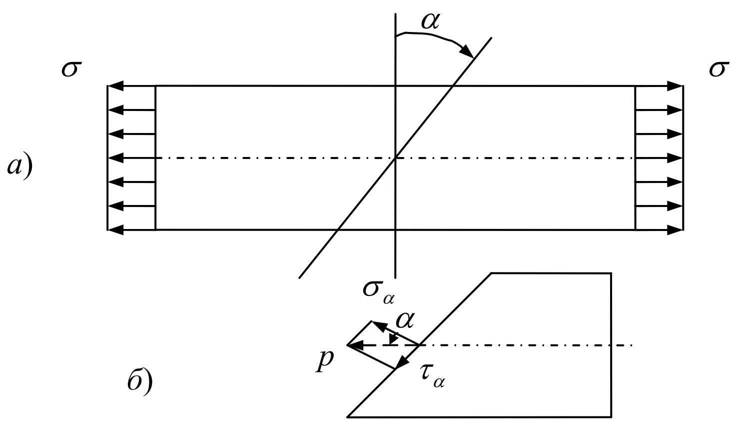


Рис.2.4

3. Условие прочности имеет вид:

$$\sigma_{\max} = \frac{|N|}{F} \le [\sigma],$$

где $\sigma_{\max}$ и N – соответственно нормальное напряжение и продольная сила в *опасном* поперечном сечении (то есть сечении, в котором возникают наибольшие напряжения);

F – площадь поперечного сечения;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение: $[\sigma] = 160\ МПа$;

$$\sigma_{\max} = \sigma_3 = 116,67\ МПа,$$

$$116,67\ МПа \le 160\ МПа\ .$$

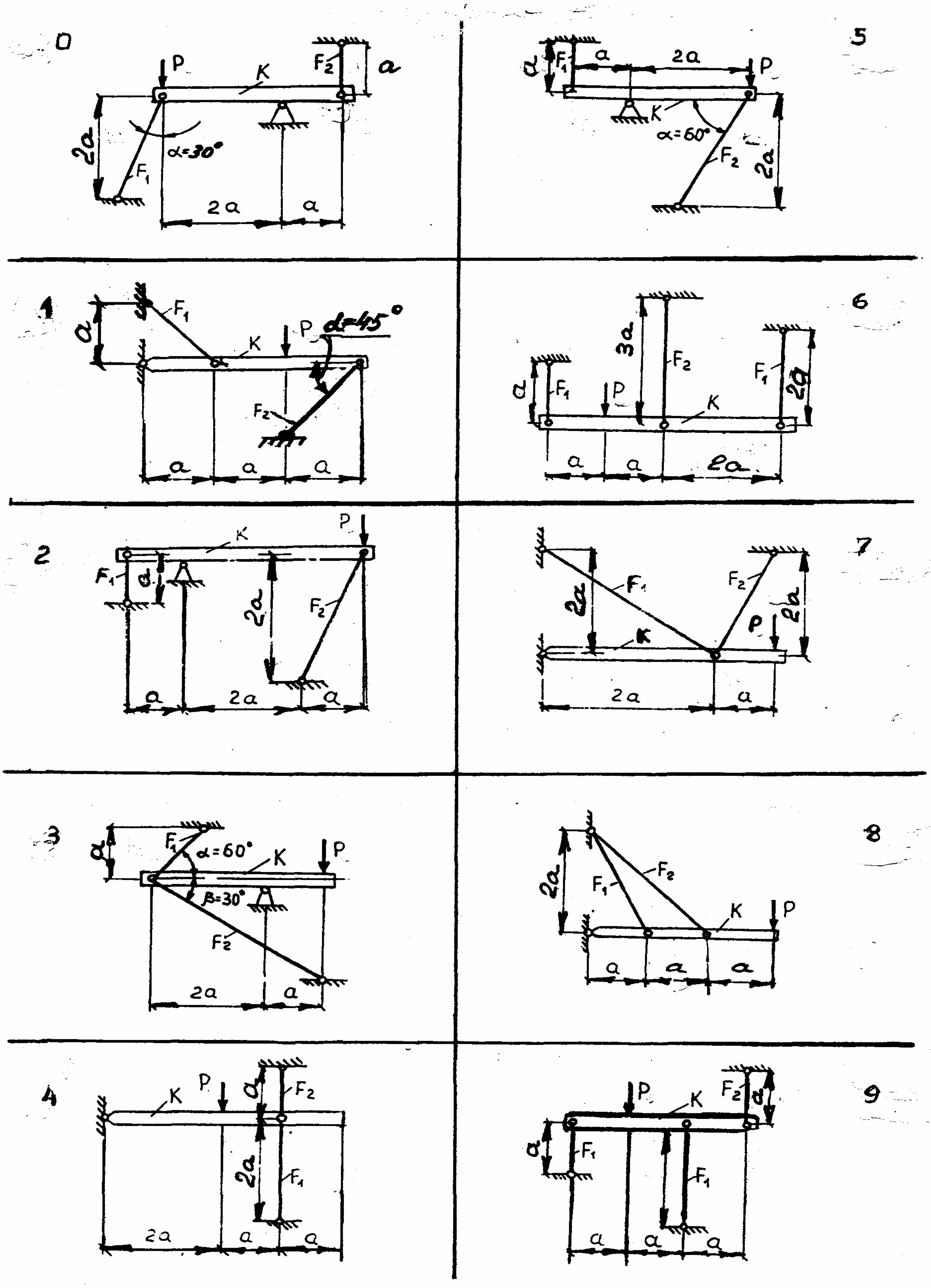
Следовательно, условие прочности выполняется и конструкция работоспособна.

Задача 3

Для заданной стержневой системы (рис.3.1):

1.Раскрыть статическую неопределимость (табл.3.1).

2.Из условия прочности подобрать диаметр стальных стержней, удерживающих в равновесии абсолютно жёсткий брус К, если $\sigma_{пред} = \sigma_T$, считая, что площадь F стержней одинакова (Р = 10 кН, а = 1 м). Запас прочности n = 2,5.



0
P
K
F2
a
2a
α=30°
F1
2a
a
5
a
2a
P
F1
K
α=60°
F2
2a
1
a
F1
K
P
α=45°
F2
a
a
a
6
3a
F2
F1
2a
a
F1
P
K
a
a
2a
2
P
K
F1
a
2a
F2
a
2a
a
7
2a
F1
F2
2a
P
K
2a
a
3
a
F1
α=60°
K
P
β=30°
F2
2a
a
8
2a
F2
F1
K
P
a
a
a
4
K
P
a
F2
2a
F1
2a
a
a
9
P
K
F2
a
a
F1
F1
a
a
a

Рис. 3.1

Таблица 3.1

N варианта	P	Материал стержня, сталь марки	Предел текучести $\sigma_т$, МПа
0	P	20	250
1	2P	30	300
2	2P	40	340
3	P	50	380
4	P	40ХН	900
5	3P	40Х	800
6	3P	30	300
7	2P	20	250
8	P	40ХР	900
9	2P	20	250

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ 3

Для заданной стержневой системы

$$P = 20\,кН\,, \quad a = 0{,}5b, \quad b = 1м, \quad c = 1{,}5\,м\,:$$

1. Раскрыть статическую неопределимость.
2. Из условия прочности подобрать диаметр стальных стержней, удерживающих в равновесии абсолютно жёсткий стержень, если $\sigma_{пред}$ =400 МПа*,* считая, что площадь *F* стержней одинакова (рис. 3.2).

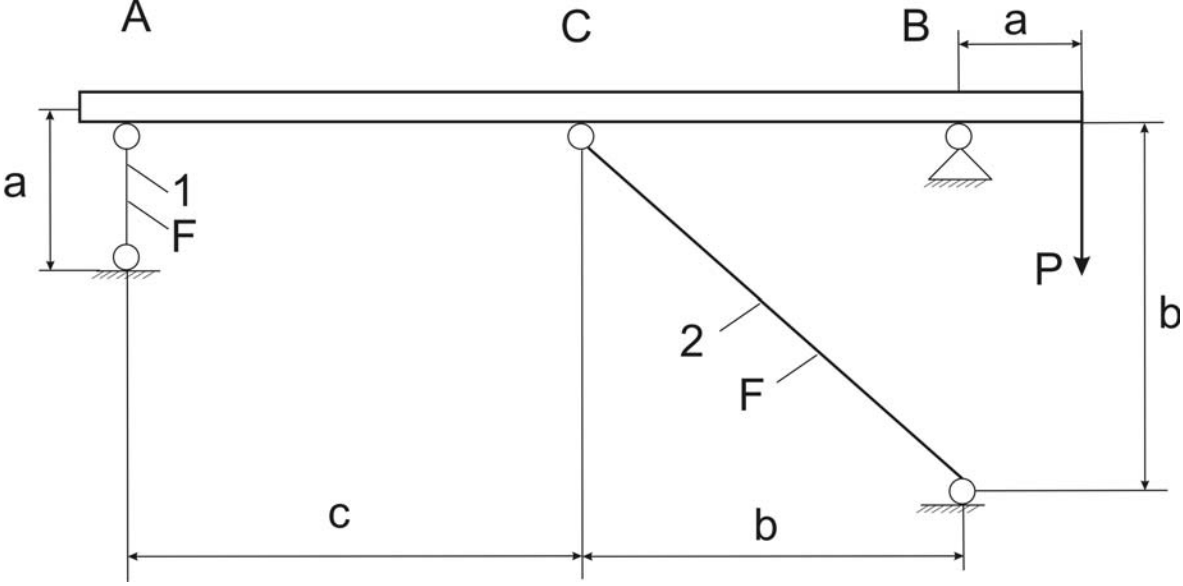


Рис.3.2

РЕШЕНИЕ

1. Назначаем опорные реакции. На шарнирно неподвижной опоре *B* раскладываем реакцию на две составляющие X_B и Y_B. В шарнирно закрепленных стержнях внутренние усилия и соответственно реакции всегда направлены вдоль стержней, так как стержни работают только на растяжение или сжатие. Внутренние усилия всегда численно равны реакциям (рис.3.3). Получаем произвольную плоскую систему сил, для которой, как известно, статика дает три уравнения равновесия:

$$\sum X = 0, \quad X_B - N_2 \cdot \cos 45^o = 0, \tag{1}$$

$$\sum Y = 0, \quad Y_B - P - N_1 - N_2 \sin 45^0 = 0, \tag{2}$$

$$\sum M_B = 0, \quad -Pa + N_2 b \sin 45^0 + N_1 (b + c) = 0 \cdot \tag{3}$$

Число неизвестных усилий 4, а число возможных уравнений статики 3. Система один раз статически неопределимая.

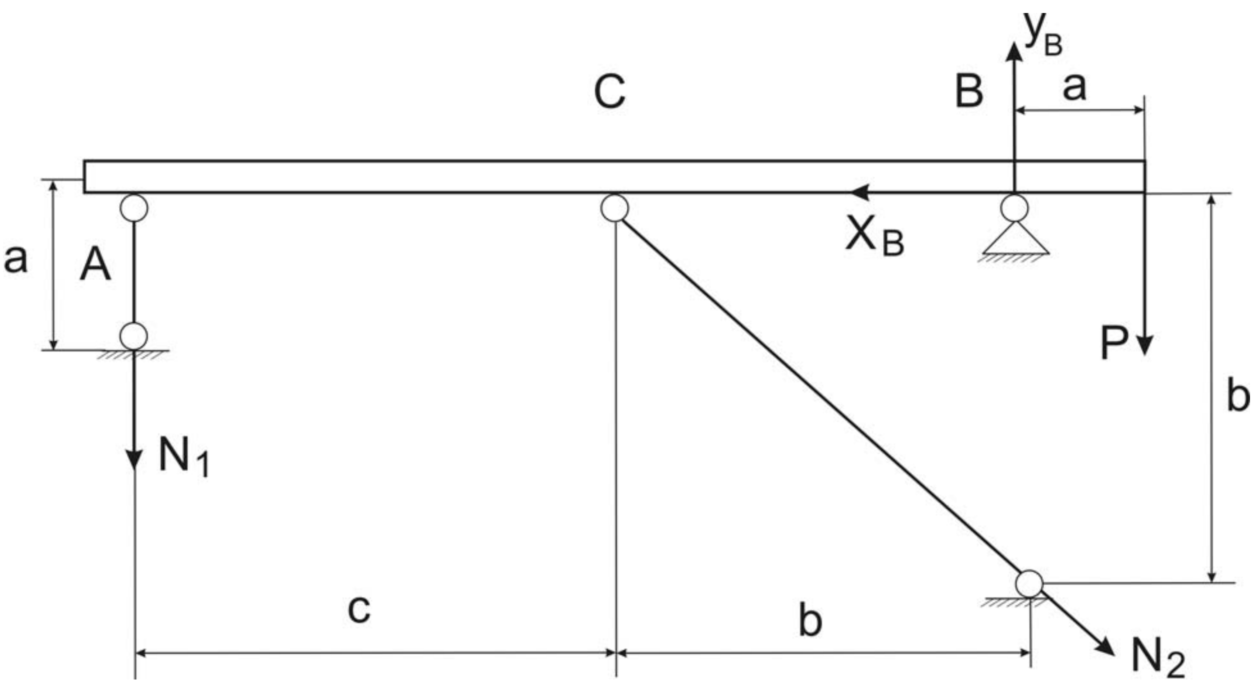


Рис. 3.3

В силу жесткости балки она и после деформации системы останется прямолинейной и лишь повернется вокруг шарнира B на небольшой угол за счет удлинения стержней. Примерное положение балки после деформации показано на рис. 3.4 (конечно, поворот на рисунке значительно преувеличен).

Очевидно, что $AA_1 = \Delta l_1$, $CC_2 = \Delta l_2$. Точка C перемещается в точку C_1 за счет удлинения наклонного стержня (сначала наклонный стержень под действием внутреннего усилия N_1 удлиняется на величину CC_2. Затем

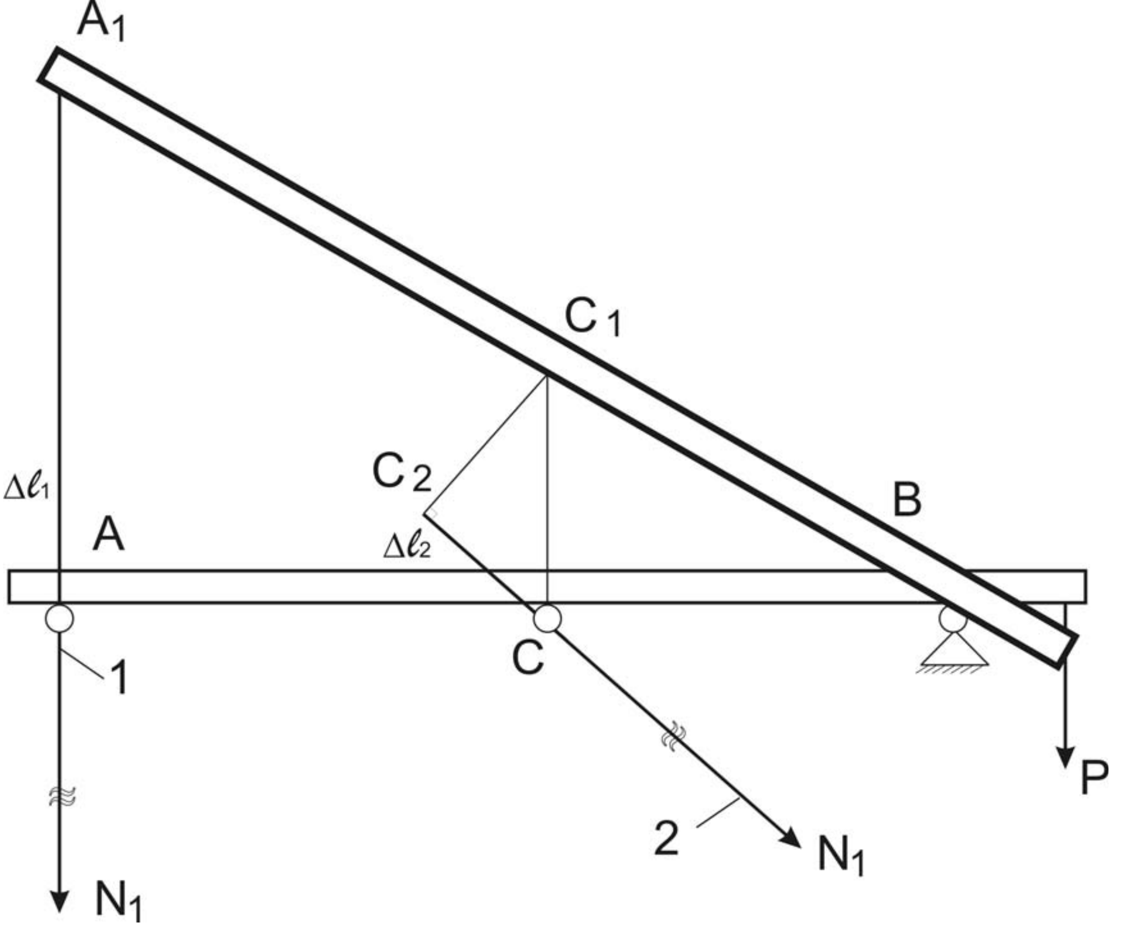


Рис.3.4

удлиненный стержень (точка C_2) переместится в точку C_1 по дуге, которую (ввиду малости деформаций) заменяем хордой, перпендикулярной этому стержню). Из образовавшегося прямоугольного треугольника CC_2C_1:

$$CC_1 = \frac{CC_2}{\sin 45^0} = \frac{\Delta l_2}{\sin 45^0} = \frac{N_2 l_2}{EF \sin 45^0} = \frac{N_2 b}{EF \sin^2 45^0}.$$

Треугольники AA_1B и CC_1B подобны, следовательно:

$$\frac{AA_1}{CC_1} = \frac{(b+c)}{b}, \tag{4}$$

где $AA_1 = \Delta l_1 = \dfrac{N_1 l_1}{EF} = \dfrac{N_1 a}{EF}$ – абсолютное удлинение первого стержня.

Отсюда

$$\frac{N_1 aEF\sin^2 45^0}{EFN_2 b} = \frac{(b+c)}{b}, \tag{5}$$

$$N_1 = \frac{N_2(b+c)}{a\sin^2 45^0} = \frac{N_2(1+1{,}5)}{0{,}5\sin^2 45^0} = 10N_2. \tag{6}$$

Решая совместно (3) и (6), найдем усилия в стержнях:

$$N_1 = 39{,}14\,кН, \quad N_2 = 3{,}91\,кН.$$

2. Из условия прочности подбираем диаметр стержней:

$$\sigma_{\max} = \frac{|N_{\max}|}{F} \le [\sigma],$$

$$N_{\max} = N_1 = 39{,}14\,кН.$$

Отсюда

$$F \ge \frac{N_1}{[\sigma]}, \text{ или } F \ge 2{,}4 \cdot 10^{-4}\,м^2,$$

где $[\sigma] = \dfrac{\sigma_T}{n} = \dfrac{400}{2{,}5} = 160\,МПа -$ допускаемое напряжение.

Площадь поперечного сечения стержней $F \ge 2{,}4 \cdot 10^{-4}\,м$. Тогда диаметр

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2{,}4 \cdot 10^{-4}}{3{,}14}} = 1{,}75 \cdot 10^{-2}\,м = 1{,}75\,см.$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беляев, Н.М. Сопротивление материалов [Текст]/ Н.М. Беляев. – М., 1976.
2. Степин, П.А. Сопротивление материалов [Текст]/ П.А. Степин. – М., 1963.
3. Ицкович, Г.М. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов [Текст]/ Г.М. Ицкович. – М., 1999.
4. Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов [Текст]/ В. И. Феодосьев. – М., 1970.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ

к расчетно-графической работе № 1 по курсу

«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

для студентов спец. 280300 (260704), 280400 (260703), 330500 (280102), 280800 (260901), 280900 (260902), 170700 (150406), 230700 (100101)

Составители: Сергей Михайлович Иванов

Татьяна Витальевна Шмелева

Екатерина Витальевна Полякова

Сергей Львович Халезов

Научный редактор В.А. Суров

Редактор Т.В. Лукьянова

Корректор Е.В. Минаева

+

Подписано в печать 04.09.07.

Формат 1/16 60×84. Бумага писчая. Плоская печать.

Усл.печ.л. 1,63. Уч.-изд.л.1,5. Тираж 400 экз. Заказ №

Редакционно-издательский отдел Ивановской государственной текстильной академии

Отдел оперативной полиграфии

153000 г. Иваново, пр. Ф. Энгельса,21