

УДК 621.81

Механика. РАСТЯЖЕНИЕ – СЖАТИЕ. Методические указания и задания для самостоятельной работы. Для студентов всех специальностей. –Томск: Издательство ТПУ, 2004.– 20с.

Составитель старший преподаватель В.Р.Воронов

Рецензент доцент к.т.н. В.И.Наплеков

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры теоретической и прикладной механики №32 от 18 сентября, 2003 г.

Зав. кафедрой доцент канд. техн. наук  Замятин В.М.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы.

Самостоятельная работа РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ предназначена для освоения студентами *метода сечений* при определении внутренних силовых факторов возникающих после приложения к стержню продольных сил.

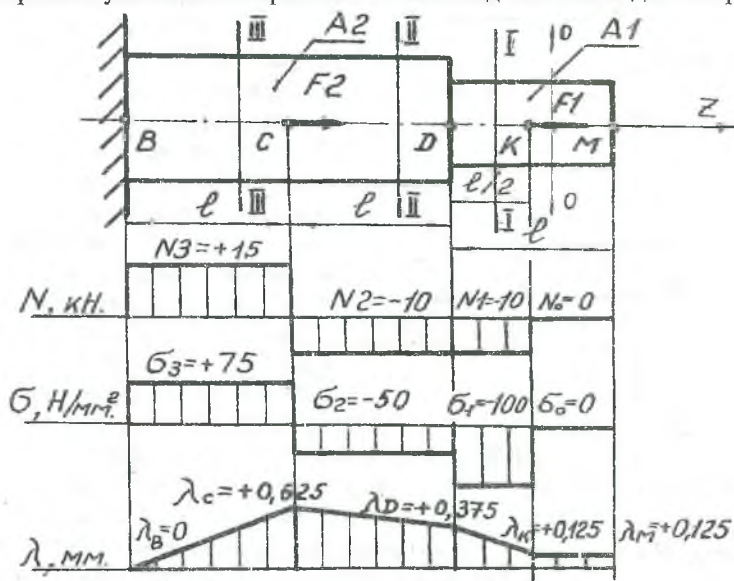
В работе необходимо **определить величины и построить ЭПЮРЫ** продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Пример расчета ступенчатого стержня, нагруженного продольными силами F

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

1. Внешние продольные силы, кН. $F_1=10$; $F_2=25$.
2. Длина участка стержня, м. $l=1$.
3. Площади поперечных сечений, мм^2 . $A_1=100$; $A_2=200$.
4. Модуль упругости $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Вычертим ступенчатый стержень. Оставим под ним место для эюр.



Всего в данном примере необходимо рассмотреть четыре сечения. Так как на участке КМ внешние силы отсутствуют, то назовем это сечение 0-0 и запишем, что $N_0=0$ и $\sigma_0=0$.

Остальные сечения обозначим соответственно I-I; II-II и III-III.

Рассечем стержень сечением I-I и рассмотрим равновесие отсеченной части стержня.

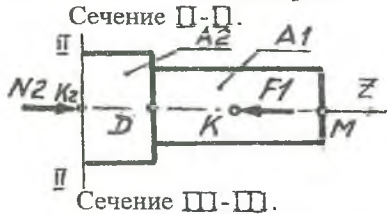


В точке К приложена внешняя сила F_1 . Уравновесим ее внутренней силой N_1 , приложенной в точке k_1 , соответствующей пересечению сечения I-I с осью Z и направим ее против силы F_1 .

Запишем уравнение равновесия отсеченной части стержня. $\sum Z=0$. $+N_1-F_1=0$

$N_1=F_1=10$ кН. Положительное значение силы N_1 указывает, что предварительно выбранное направление силы оказалось верным. Знак силы N_1 для построения эпюры продольных сил < МИНУС > т.к. она направлена к сечению т.е. сжимает стержень. Определяем напряжение в сечении I-I. $\sigma_1=N_1/A_1=-10 \cdot 10^3/100=-100$ Н/мм². Откладываем значения N_1 и σ_1 на эпюрах.

Рассмотрим сечение II-II.



Уравновесим силу F_1 силой N_2 .

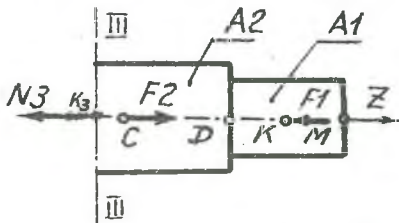
$\sum Z=0$. $+N_2-F_1=0$. $N_2=F_1=10$ кН.

Знак силы N_2 < МИНУС > т.к. она направлена к сечению.

$\sigma_2=N_2/A_2=-10 \cdot 10^3/200=-50$ Н/мм².

Строим эпюры.

Если к отрезанной части стержня приложено несколько внешних сил, то следует внутреннюю силу N_3 приложить в точке k_3 и направить от сечения предполагая, что она растягивает стержень или можно определить результирующую силу $F_{\text{рез}}=F_2-F_1=25-10=15$ кН. и уравновесить ее внутренней силой N_3 .



$\sum Z=0$. $-N_3+F_2-F_1=0$. $N_3=F_2-F_1=25-10=15$ кН.

Знак силы N_3 < ПЛЮС > т.к. она направлена от сечения.

Определяем напряжение $\sigma_3=N_3/A_2=15 \cdot 10^3/200=75$ Н/мм².

Знак σ_3 < ПЛЮС > совпадает со знаком продольной силы N_3 . Строим эпюры N и σ . Теперь можно определить перемещения λ . $\lambda_B=0$. (Заделка).

$\lambda_C=\lambda_B+\Delta l_{BC}=\Delta l_{BC}=N_3 l_{BC}/E A_2=15 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^3/2 \cdot 10^5 \cdot 200=+0,625$ мм.

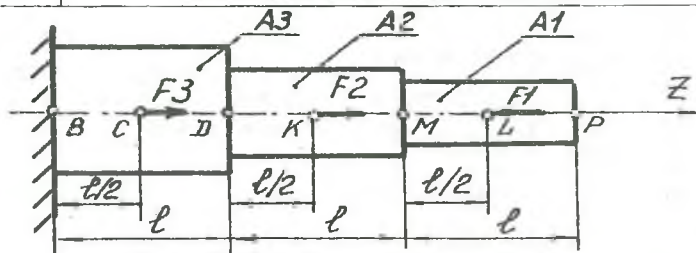
$\lambda_D=\lambda_C+\Delta l_{CD}=+0,625+N_2 l_{CD}/E A_2=+0,625+(-10) \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^3/2 \cdot 10^5 \cdot 200=+0,625-0,25=+0,375$ мм.

$\lambda_E=\lambda_D+\Delta l_{DK}=+0,375+N_2 l_{DK}/E A_1=+0,375+(-10 \cdot 10^3) \cdot 0,5 \cdot 10^3/2 \cdot 10^5 \cdot 100=+0,375-0,25=+0,125$ мм.

Строим эпюру продольных перемещений λ .

№1

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1\text{ м}$.
Площади сечений, мм^2 .

$A_1=200$; $A_2=400$; $A_3=800$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

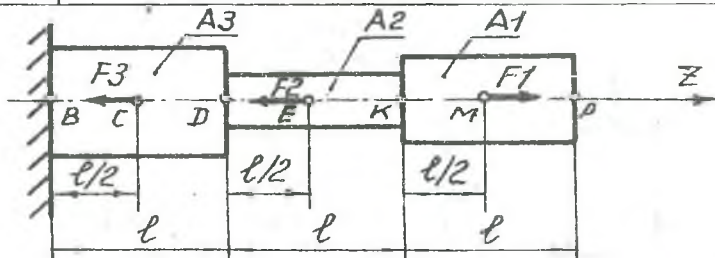
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 10 | 5 | 20 | 15 | 5 | 10 | 5 | 20 |
| F2 | 5 | 15 | 25 | 10 | 10 | 15 | 10 | 30 |
| F3 | 20 | 10 | 5 | 15 | 20 | 40 | 25 | 35 |

№2

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1\text{ м}$

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=400$; $A_2=200$; $A_3=800$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

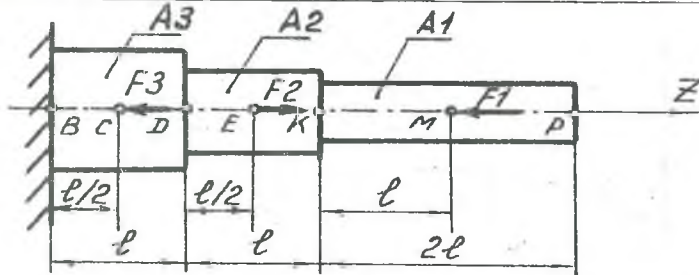
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 10 | 20 | 15 | 5 | 10 | 15 | 25 | 10 |
| F2 | 30 | 5 | 10 | 10 | 5 | 25 | 30 | 20 |
| F3 | 10 | 15 | 10 | 20 | 10 | 30 | 10 | 25 |

№3

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1$ м.

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=100$; $A_2=200$; $A_3=400$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

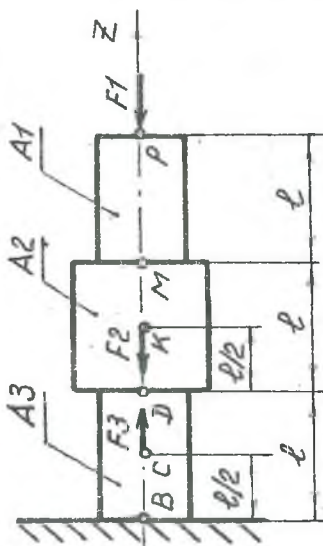
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 10 | 5 | 15 | 20 | 5 | 15 | 5 | 10 |
| F2 | 30 | 10 | 20 | 45 | 15 | 25 | 10 | 30 |
| F3 | 40 | 20 | 10 | 50 | 20 | 30 | 25 | 25 |

№4

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 5 | 10 | 30 | 5 |
| F2 | 10 | 5 | 20 | 5 | 20 | 25 | 10 | 15 |
| F3 | 20 | 40 | 50 | 45 | 40 | 35 | 25 | 35 |

Длина участка стержня $l=1$ м.

Площади сечений, мм^2 .

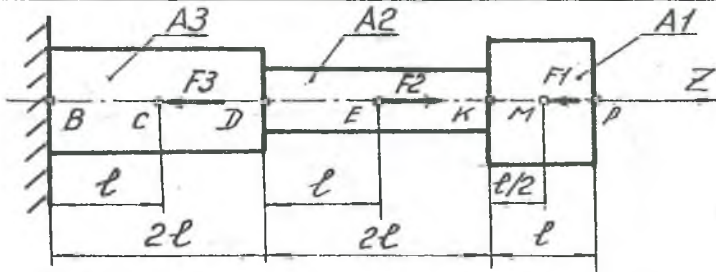
$A_1=100$; $A_2=200$; $A_3=100$.

Модуль упругости $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

№5

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1\text{ м}$.

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=400$; $A_2=100$; $A_3=200$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

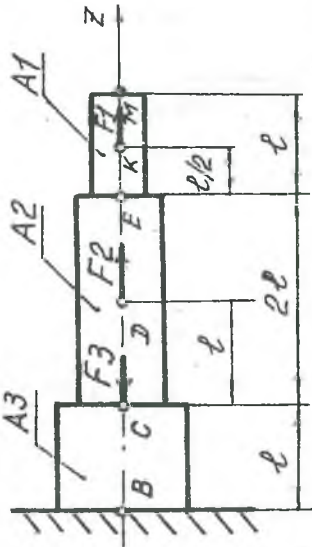
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 5 | 15 | 10 | 10 | 5 | 15 | 20 | 10 |
| F2 | 10 | 25 | 15 | 30 | 25 | 35 | 50 | 15 |
| F3 | 20 | 10 | 20 | 5 | 10 | 35 | 40 | 30 |

№6

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 30 | 15 | 10 | 15 | 10 | 10 | 15 | 20 |
| F2 | 10 | 15 | 5 | 10 | 5 | 20 | 5 | 40 |
| F3 | 20 | 10 | 20 | 25 | 15 | 40 | 30 | 25 |

Длина участка стержня $l=1\text{ м}$.

Площади сечений, мм^2 .

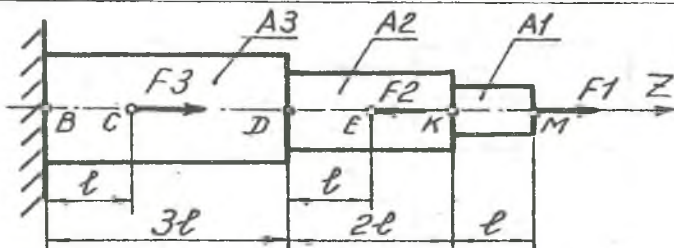
$A_1=200$; $A_2=400$; $A_3=600$.

Модуль упругости $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

№7

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1$ м.

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=100$; $A_2=200$; $A_3=400$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5$ Н/мм².

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

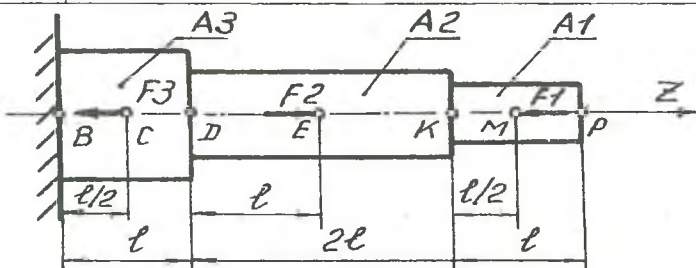
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 10 | 5 | 20 | 15 | 10 | 20 | 10 | 50 |
| F2 | 40 | 10 | 45 | 50 | 15 | 30 | 15 | 30 |
| F3 | 45 | 20 | 40 | 45 | 20 | 45 | 40 | 35 |

№8

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1$ м

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=100$; $A_2=200$; $A_3=300$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5$ Н/мм².

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

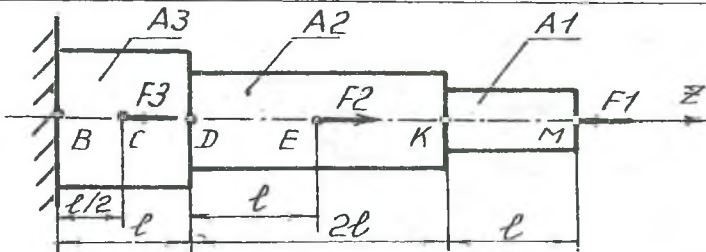
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 5 | 10 | 20 | 15 |
| F2 | 20 | 10 | 25 | 35 | 15 | 40 | 10 | 25 |
| F3 | 35 | 20 | 30 | 25 | 20 | 25 | 30 | 20 |

№9

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1\text{ м}$.
 Площади сечений, мм^2 .
 $A_1=100$; $A_2=200$; $A_3=400$.
 Модуль упругости
 $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

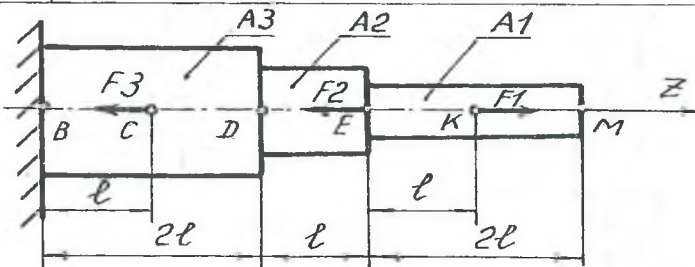
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 10 | 5 | 20 | 15 | 10 | 20 | 10 | 50 |
| F2 | 40 | 10 | 45 | 50 | 15 | 30 | 25 | 80 |
| F3 | 80 | 20 | 40 | 45 | 20 | 45 | 40 | 45 |

№10

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1\text{ м}$.
 Площади сечений, мм^2 .
 $A_1=100$; $A_2=200$; $A_3=300$.
 Модуль упругости
 $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

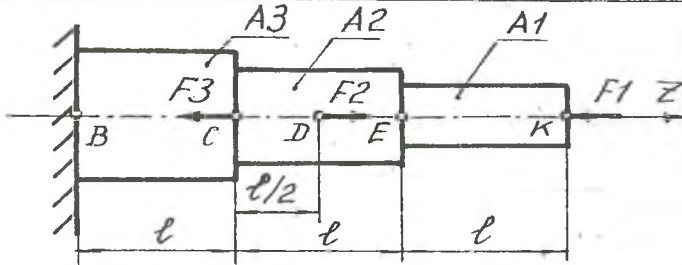
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 5 | 10 | 20 | 15 |
| F2 | 40 | 10 | 45 | 50 | 15 | 40 | 10 | 45 |
| F3 | 80 | 20 | 40 | 45 | 15 | 25 | 45 | 50 |

№11

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1$ м.

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=200$; $A_2=400$; $A_3=600$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

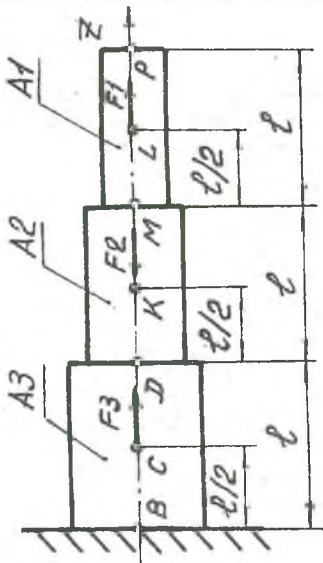
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 5 | 10 | 20 | 15 | 5 | 10 | 15 | 35 |
| F2 | 10 | 50 | 45 | 40 | 15 | 45 | 25 | 5 |
| F3 | 15 | 45 | 5 | 60 | 40 | 50 | 40 | 55 |

№12

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 10 | 5 | 15 | 20 | 5 | 30 | 20 | 15 |
| F2 | 20 | 10 | 25 | 35 | 20 | 45 | 35 | 30 |
| F3 | 30 | 40 | 10 | 5 | 10 | 25 | 30 | 40 |

Длина участка стержня $l=1$ м.

Площади сечений, мм^2 .

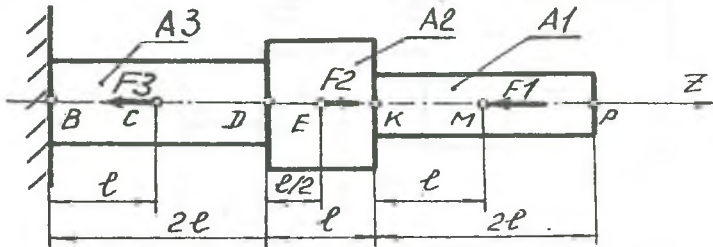
$A_1=200$; $A_2=400$; $A_3=600$.

Модуль упругости $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

№13

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1$ м.
Площади сечений, мм^2 .

$A_1=200$; $A_2=400$; $A_3=300$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5$ Н/мм².

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

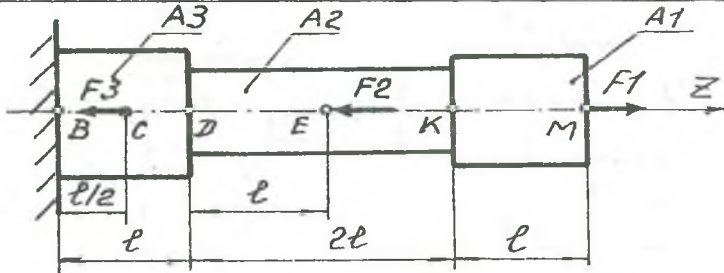
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 5 | 20 | 15 | 10 | 5 | 15 | 40 | 5 |
| F2 | 10 | 35 | 20 | 20 | 15 | 25 | 65 | 25 |
| F3 | 25 | 30 | 25 | 15 | 25 | 30 | 35 | 30 |

№14

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1$ м

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=300$; $A_2=200$; $A_3=400$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5$ Н/мм².

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

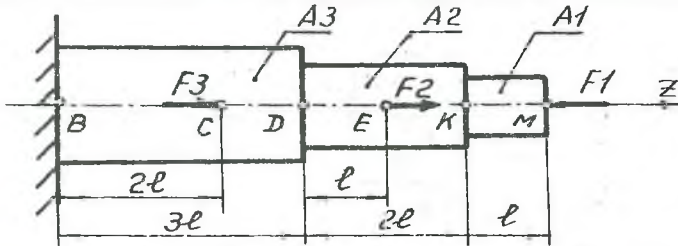
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 20 | 15 | 10 | 25 | 20 | 5 | 10 | 15 |
| F2 | 25 | 30 | 10 | 15 | 20 | 15 | 25 | 15 |
| F3 | 40 | 5 | 10 | 5 | 10 | 30 | 40 | 35 |

№15

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l = 1\text{ м}$.
 Площади сечений, мм^2 .
 $A_1 = 200$; $A_2 = 400$; $A_3 = 600$.
 Модуль упругости
 $E = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭШОРЫ

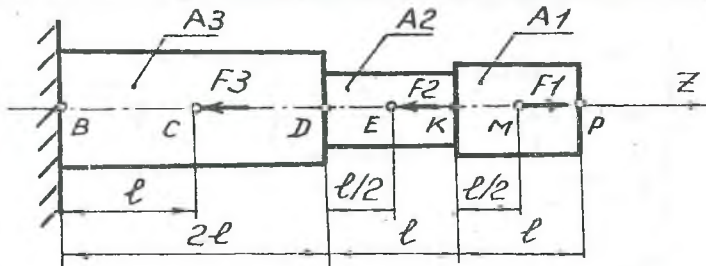
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 20 | 10 | 15 | 5 | 10 | 10 | 5 | 15 |
| F2 | 10 | 25 | 20 | 35 | 25 | 20 | 15 | 25 |
| F3 | 40 | 30 | 20 | 10 | 20 | 15 | 10 | 25 |

№16

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l = 1\text{ м}$.
 Площади сечений, мм^2 .
 $A_1 = 400$; $A_2 = 200$; $A_3 = 600$.
 Модуль упругости
 $E = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭШОРЫ

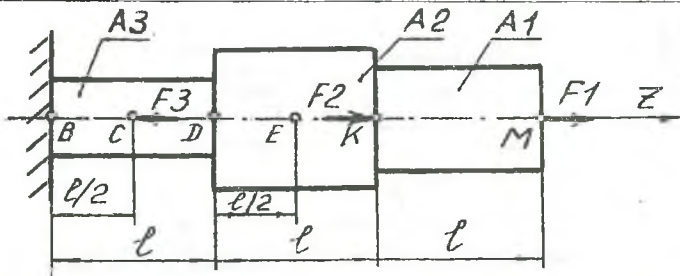
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 5 | 10 | 15 | 25 | 10 | 15 | 25 | 40 |
| F2 | 20 | 15 | 25 | 30 | 25 | 20 | 35 | 50 |
| F3 | 40 | 10 | 5 | 10 | 15 | 30 | 25 | 20 |

№17

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1$ м.

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=200$; $A_2=300$; $A_3=100$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

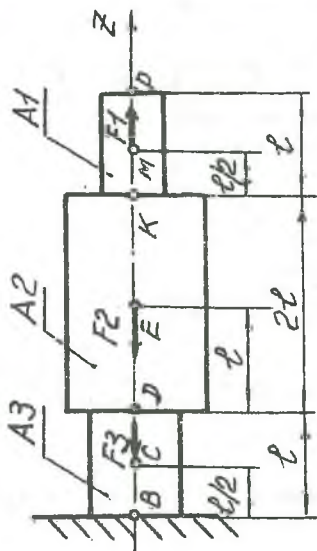
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 15 | 10 | 5 | 20 | 10 | 30 | 15 | 10 |
| F2 | 5 | 15 | 10 | 15 | 5 | 15 | 25 | 10 |
| F3 | 25 | 40 | 30 | 45 | 25 | 50 | 45 | 35 |

№18

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 20 | 5 | 15 | 10 | 5 | 35 | 10 | 15 |
| F2 | 5 | 15 | 10 | 5 | 10 | 15 | 25 | 20 |
| F3 | 25 | 30 | 35 | 30 | 25 | 50 | 40 | 45 |

Длина участка стержня $l=1$ м.

Площади сечений, мм^2 .

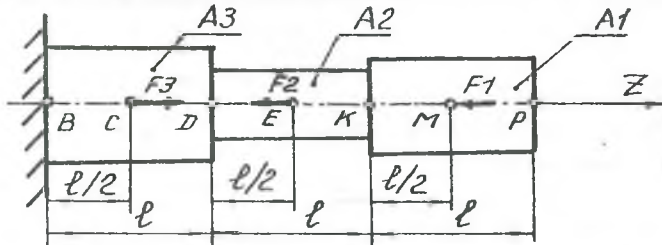
$A_1=100$; $A_2=400$; $A_3=200$.

Модуль упругости $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

№19

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1\text{ м}$.

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=400$; $A_2=200$; $A_3=600$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

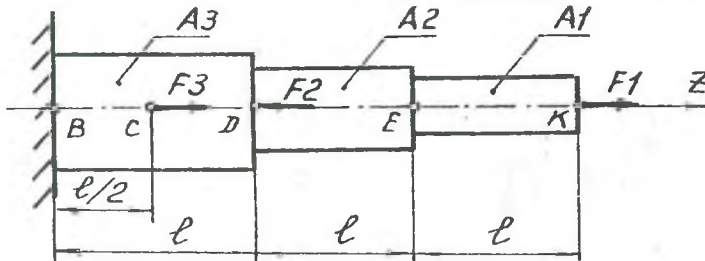
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 10 | 5 | 5 | 20 | 15 | 30 | 25 | 10 |
| F2 | 10 | 30 | 10 | 10 | 20 | 10 | 30 | 25 |
| F3 | 45 | 40 | 45 | 20 | 10 | 40 | 15 | 30 |

№20

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1\text{ м}$

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=100$; $A_2=200$; $A_3=300$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

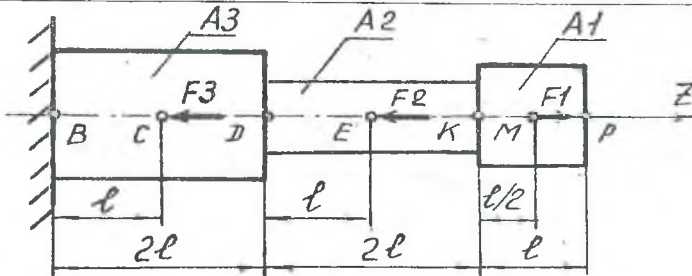
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 5 | 20 | 5 | 10 | 5 | 15 | 10 | 20 |
| F2 | 10 | 30 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 |
| F3 | 45 | 40 | 45 | 20 | 10 | 30 | 25 | 40 |

№21

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1\text{ м}$.

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=300$; $A_2=200$; $A_3=400$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

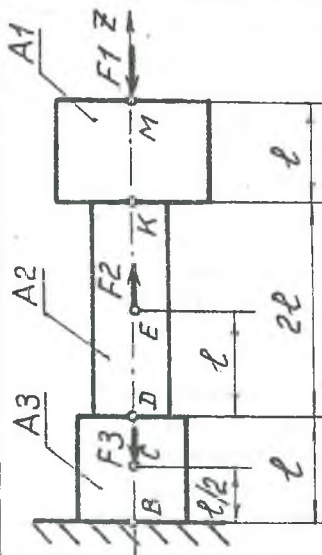
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 40 | 10 | 30 | 20 | 5 | 5 | 10 | 15 |
| F2 | 20 | 25 | 50 | 45 | 10 | 15 | 25 | 20 |
| F3 | 15 | 5 | 40 | 10 | 5 | 20 | 25 | 30 |

№22

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1\text{ м}$.

Площади сечений, мм^2

$A_1=600$; $A_2=200$; $A_3=400$.

Модуль упругости $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

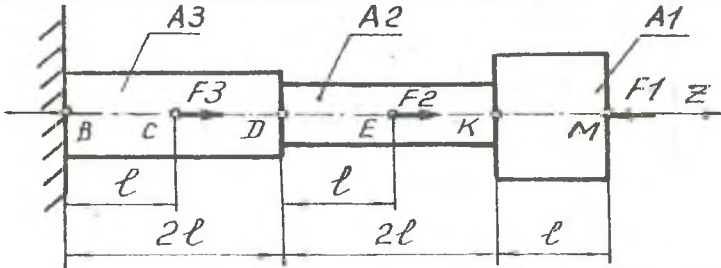
Определить величины и построить ЭПЮРЫ продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 10 | 15 | 10 |
| F2 | 10 | 25 | 40 | 20 | 15 | 25 | 20 | 30 |
| F3 | 15 | 45 | 25 | 35 | 40 | 35 | 25 | 40 |

№23

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1$ м.

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=400$; $A_2=200$; $A_3=300$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

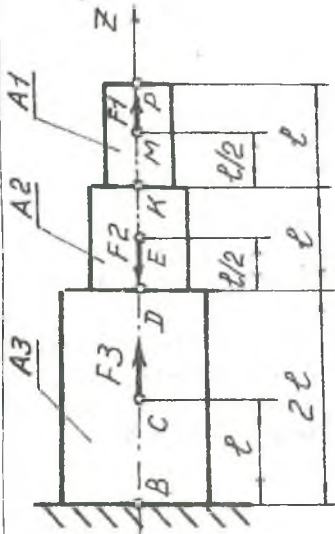
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 40 | 10 | 30 | 20 | 5 | 15 | 10 | 5 |
| F2 | 20 | 25 | 30 | 45 | 10 | 35 | 25 | 10 |
| F3 | 15 | 5 | 40 | 10 | 15 | 5 | 20 | 15 |

№24

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 10 | 5 | 10 | 25 | 15 | 10 | 15 | 20 |
| F2 | 20 | 10 | 15 | 10 | 25 | 15 | 25 | 45 |
| F3 | 15 | 45 | 25 | 30 | 10 | 20 | 25 | 30 |

Длина участка стержня $l=1$ м.

Площади сечений, мм^2

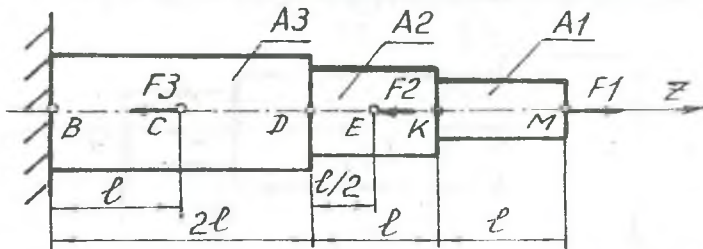
$A_1=100$; $A_2=200$; $A_3=300$.

Модуль упругости $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

№25

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l = 1\text{ м}$.

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=100$; $A_2=200$; $A_3=400$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

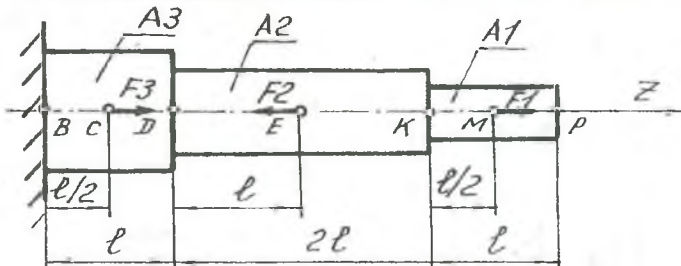
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 5 | 10 | 20 | 15 | 10 | 25 | 10 | 15 |
| F2 | 15 | 20 | 15 | 10 | 25 | 20 | 25 | 25 |
| F3 | 10 | 15 | 5 | 20 | 25 | 30 | 25 | 35 |

№26

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l = 1\text{ м}$

Площади сечений, мм^2 .

$A_1=100$; $A_2=200$; $A_3=300$.

Модуль упругости

$E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

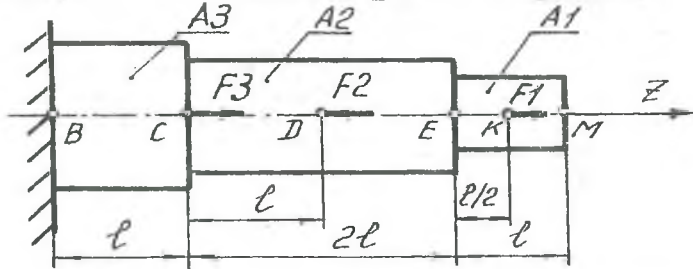
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 10 | 15 | 30 | 40 | 50 | 15 | 25 | 40 |
| F2 | 25 | 20 | 45 | 35 | 45 | 25 | 35 | 50 |
| F3 | 40 | 30 | 25 | 10 | 15 | 30 | 25 | 25 |

№27

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1\text{ м}$.
 Площади сечений, мм^2 .
 $A_1=200$; $A_2=400$; $A_3=600$.
 Модуль упругости
 $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

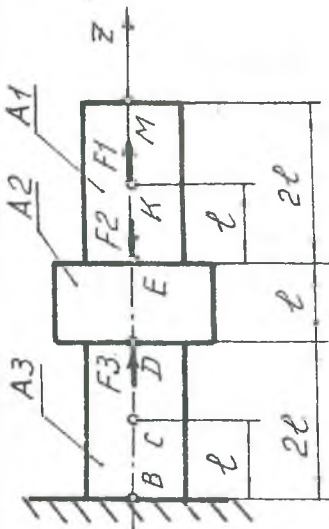
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 10 | 20 | 30 | 25 | 15 | 25 | 15 | 40 |
| F2 | 20 | 30 | 25 | 10 | 40 | 35 | 40 | 50 |
| F3 | 30 | 40 | 45 | 25 | 35 | 20 | 30 | 25 |

№28

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Внешние усилия, кН.

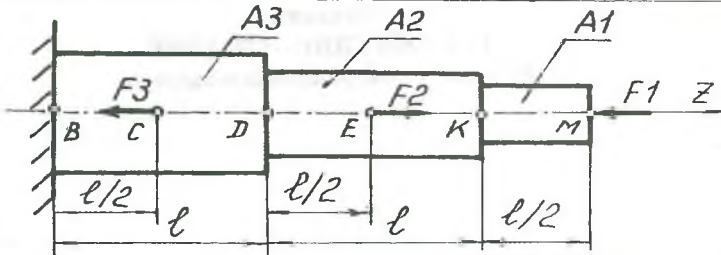
| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 20 | 10 | 25 | 40 | 15 | 30 | 20 | 25 |
| F2 | 40 | 30 | 35 | 50 | 20 | 30 | 40 | 35 |
| F3 | 30 | 20 | 40 | 15 | 45 | 30 | 35 | 20 |

Длина участка стержня $l=1\text{ м}$.
 Площади сечений, мм^2 .
 $A_1=200$; $A_2=400$; $A_3=200$.
 Модуль упругости $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

№29

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1\text{ м}$.
 Площади сечений, мм^2 .
 $A_1=100$; $A_2=200$; $A_3=300$.
 Модуль упругости
 $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

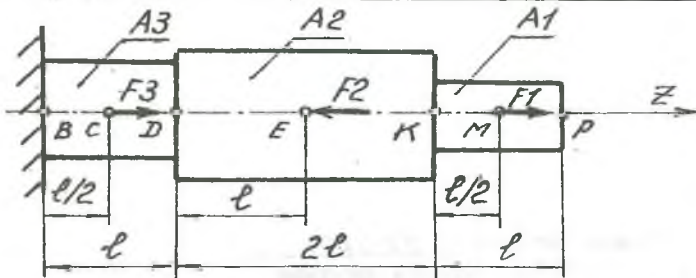
продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 15 | 10 | 25 | 30 | 5 | 10 | 20 | 35 |
| F2 | 25 | 20 | 15 | 45 | 35 | 20 | 30 | 15 |
| F3 | 30 | 25 | 30 | 40 | 45 | 40 | 35 | 20 |

№30

РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ



Длина участка стержня $l=1\text{ м}$.
 Площади сечений, мм^2 .
 $A_1=100$; $A_2=300$; $A_3=200$.
 Модуль упругости
 $E=2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$.

Определить величины и построить ЭПЮРЫ

продольных сил N , нормальных напряжений σ и продольных перемещений λ точек стержня.

Внешние усилия, кН.

| Обозначение. | Вариант | | | | | | | |
|--------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| F1 | 15 | 20 | 35 | 10 | 5 | 30 | 15 | 5 |
| F2 | 25 | 40 | 15 | 25 | 15 | 40 | 20 | 15 |
| F3 | 35 | 25 | 30 | 40 | 25 | 20 | 35 | 40 |