

1. Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$  для стержня, нагруженного силами  $F$ .  $F=48$  кН,  $l=400$  мм,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $A=100$  мм<sup>2</sup>,  $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$  1/град. На сколько нужно изменить температуру всего бруса, чтобы сечения  $m$ - $m$  и  $n$ - $n$  остались неподвижными?

2. Стержень жестко закреплён между опорами и нагружен силой  $F$ . Требуется:  
1. Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$ .  
2. Подсчитать работы силы  $F$  и потенциальную энергию деформации.  
3. На сколько следует нагревать весь брус, чтобы реакция в опоре  $B$  была равна нулю?  
 $F=240$  кН,  $l=300$  мм,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $A=500$  мм<sup>2</sup>,  $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$  1/град.

3. Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$ . Подсчитать коэффициент запаса по текучести. Брус нарисован в недеформированном состоянии.  
 $F=150$  кН,  $l=100$  мм,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $A=300$  мм<sup>2</sup>,  $\Delta=0,1$  мм,  $\sigma_T=300$  МПа.

4. Определить при каком значении силы  $X$  сечение  $m$ - $m$  будет неподвижно. Для этого значения  $X$  построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$  и подобрать из условия прочности площадь поперечного сечения  $A$ .  
 $F=15$  кН,  $l=100$  мм,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $[\sigma]=120$  МПа.

5. Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$  для стержня и трубки при нагревании стержня на  $\Delta t=50^\circ\text{C}$ .  
 $l=200$  мм,  $E_{ст}=2 \cdot 10^5$  МПа,  $E_{м}=1 \cdot 10^5$  МПа,  $A=300$  мм<sup>2</sup>,  $\alpha_{ст}=12 \cdot 10^{-6}$  1/град.

6. Определить при каком значении силы  $F$  сечение  $m$ - $m$  переместится влево на  $0,5$  мм. Для этого значения построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$ . Определить коэффициент запаса по текучести.  
 $l=150$  мм,  $A=150$  мм<sup>2</sup>,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $\sigma_T=300$  МПа.

7. Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$ . Подсчитать коэффициент запаса по текучести.  
 $q=80$  кН/м,  $l=200$  мм,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $A=100$  мм<sup>2</sup>,  $\sigma_T=300$  МПа.

8. Определить силу  $F$ , при которой в системе возникнут первые пластические деформации. Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$  для стержня и трубки при этом значении силы  $F$ .  
 $l=200$  мм,  $E_{ст}=2 \cdot 10^5$  МПа,  $E_{м}=1 \cdot 10^5$  МПа,  $A=300$  мм<sup>2</sup>,  $\sigma_{ст}=300$  МПа,  $\sigma_{м}=150$  МПа.

9. Определить допустимую степень нагрева бруса. Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$  для найденного значения  $\Delta t$ . Как изменится коэффициент запаса по текучести, если нагреть только правый участок стержня длиной  $l$ ?  
 $l=200$  мм,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $A=400$  мм<sup>2</sup>,  $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$  1/град,  $\sigma_T=150$  МПа,  $[n_T]=2$ .

10. Левый участок стержня длиной  $2l$  нагревается на  $\Delta t$ . Определить  $\Delta t$ , при котором перемещение сечения  $m$ - $m$  составит  $0,25$  мм. Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$  для найденного значения  $\Delta t$ .  
 $l=100$  мм,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $A=100$  мм<sup>2</sup>,  $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$  1/град.

11. Зазор существует при отсутствии силы  $F$ . Зазор закрывается при значении  $F=F_0$ . Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$  для случая, когда  $F=2F_0$ . Определить потенциальную энергию деформации системы.  
 $l=100$  мм,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $d=10$  мм,  $D=1,2d$ ,  $\Delta=0,1$  мм.

12. В недеформированном состоянии без нагрузки между стержнями имеется зазор  $\Delta$ . Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$ , если  $F=100$  кН,  $l=100$  мм,  $A=400$  мм<sup>2</sup>,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $\Delta=0,1$  мм. Определить коэффициент запаса по текучести  $n_T$ , если  $\sigma_{ст}=\sigma_{ср}=240$  МПа. Подсчитать потенциальную энергию деформации.

13. В нагруженном состоянии стержни имеют зазор  $\Delta$ . Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$ , если участок  $BC$  нагреть на  $\Delta t$ . При каком значении зазора  $\Delta$  величина максимального напряжения будет равна  $100$  МПа.  
 $l=150$  мм,  $\Delta t=100^\circ\text{C}$ ,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$  1/град.

14. Определить температуру  $\Delta t$  нагрева всего стержня, при которой перемещение сечения  $C$  составит  $1$  мм. Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$ . На сколько надо нагреть левый участок стержня, чтобы перемещение сечения  $C$  составило  $1$  мм.  
 $l=500$  мм,  $d=20$  мм,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$  1/град.

15. Построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$  для стержня и трубки при нагревании последней на  $\Delta t=60^\circ\text{C}$ . Определить  $n_T$ .  
 $l=250$  мм,  $A=300$  мм<sup>2</sup>,  $E_{ст}=2 \cdot 10^5$  МПа,  $E_{м}=1 \cdot 10^5$  МПа,  $\sigma_{ст}=200$  МПа,  $\sigma_{ср}=300$  МПа,  $\alpha_{ст}=18 \cdot 10^{-6}$  1/град.

16. Определить допустимое значение зазора  $\Delta$  из условия прочности конструкции. Определить смещение точки  $K$ .  
 $A_1=200$  мм<sup>2</sup>,  $A_2=400$  мм<sup>2</sup>,  $a=1$  м,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $\sigma_T=400$  МПа,  $[n_T]=2$ .

17. Определить усилия и напряжения, возникающие в стальных стержнях при нагревании горизонтального стержня 3 на  $\Delta t=100^\circ\text{C}$ .  
 $l=1$  м,  $A_1=200$  мм<sup>2</sup>,  $A_2=A_3=300$  мм<sup>2</sup>,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $\varphi=30^\circ$ ,  $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$  1/град. Подсчитать на сколько сместится точка  $K$  в вертикальном направлении.

18. Определить коэффициент запаса по текучести  $n_T$  при действии силы  $F$ . Боковые тяги медные, средняя - стальная (сечения стержней  $A=400$  мм<sup>2</sup>). Определить потенциальную энергию деформации системы и работу внешней силы.  
 $F=100$  кН,  $E_m=2 \cdot 10^5$  МПа,  $E_{ст}=2E_m$ ,  $l=0,5$  м,  $\sigma_{ст}=300$  МПа,  $\sigma_{м}=200$  МПа.

19. Определить перемещение узла  $K$ , если 2-ой и 3-ий стержни нагреваются на  $\Delta t$ . Материал стержней сталь.  
 $l=1$  м,  $\Delta t=50^\circ\text{C}$ ,  $A=100$  мм<sup>2</sup>,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$  1/град.

20. Стержни 2 стальной конструкции нагреваются на  $\Delta t$ . Определить допустимую степень нагрева из условия прочности конструкции. Определить перемещение узла  $K$ .  
 $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$  1/град.  $\sigma_T=200$  МПа,  $[n_T]=2$ ,  $a=1$  м.

21. Груз подвешен на тросах. Тяги 1 - медные,  $A_1=400$  мм<sup>2</sup>, тяги 2 - стальные  $A_2=200$  мм<sup>2</sup>. Определить усилия и напряжения в тросах. Определить потенциальную энергию деформации и работу внешней силы.  
 $F=40$  кН,  $\varphi_1=45^\circ$ ,  $\varphi_2=30^\circ$ ,  $a=0,5$  м,  $E_m=1 \cdot 10^5$  МПа,  $E_{ст}=2E_m=2 \cdot 10^5$  МПа.

22. Определить коэффициент запаса по текучести  $n_T$ , если  $F=8$  кН,  $l=1$  м,  $A=200$  мм<sup>2</sup>,  $E_{ст}=2 \cdot 10^5$  МПа,  $\sigma_T=240$  МПа. Как изменится коэффициент запаса, если тягу 1 нагреть на  $\Delta t=50^\circ\text{C}$ ?  $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$  1/град.

23. Определить усилия и напряжения в стержнях при нагружении силой  $F$ . Подсчитать потенциальную энергию деформации системы и работу внешней силы. Сечения стержней одинаковы.  
 $A=500$  мм<sup>2</sup>,  $F=200$  кН,  $l=1$  м. Материал: сталь  $E=2 \cdot 10^5$  МПа.

24. Абсолютно жесткий брус удерживается на трех стальных тросах. Верхний стержень нагревается на  $\Delta t$ . Определить допустимую степень нагрева из условия прочности конструкции. Определить перемещение узла  $C$ .  
 $l=1$  м,  $A=200$  мм<sup>2</sup>,  $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$  1/град,  $\sigma_T=300$  МПа,  $[n_T]=1,5$ .

25. Определить усилия в стержнях и потенциальную энергию системы.  
 $\varphi=30^\circ$ ,  $l=600$  мм,  $a=500$  мм,  $A=60$  мм<sup>2</sup>,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $M=9$  кН·м.

26. Первая стержень нагревается на  $\Delta t$ . Определить усилия в стержнях.  
 $A=50$  мм<sup>2</sup>,  $l=1$  м,  $\varphi=60^\circ$ ,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$  1/град,  $\Delta t=200^\circ\text{C}$ .

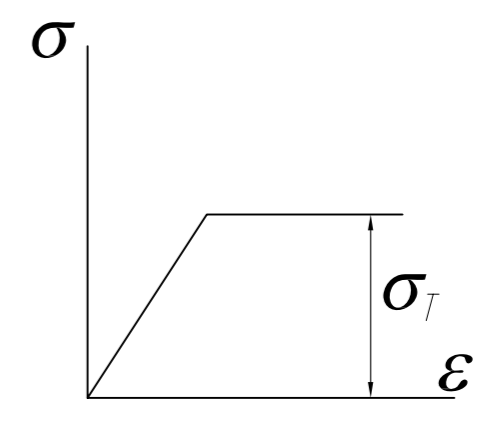
27. Для представленной на рисунке системы определить допустимую величину зазора  $\Delta$ .  
 $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $l=0,5$  м,  $A=60$  мм<sup>2</sup>,  $\sigma_T=300$  МПа,  $[n_T]=2$ .

28. Определить усилия в стержнях и перемещение торца  $C$ . Вычислить потенциальную энергию системы.  
 $F=100$  кН,  $l=1$  м,  $A=200$  мм<sup>2</sup>,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа.

29. Определить усилия в стержнях и перемещение узла  $C$ . Вычислить работу силы  $F$  и потенциальную энергию системы.  
 $F=50$  кН,  $l=1$  м,  $A=200$  мм<sup>2</sup>,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа.

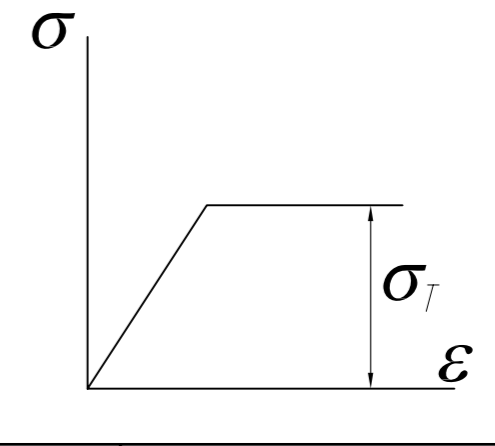
30. Определить усилия в стержнях и перемещение узла  $C$ . Вычислить работу силы  $F$  и потенциальную энергию системы.  
 $F=50$  кН,  $l=1$  м,  $A=200$  мм<sup>2</sup>,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа.

1. Построить графики зависимости нормальных сил и перемещения сечения C от величины силы F(q) при изменении последней от 0 до F<sub>пр</sub>(q<sub>пр</sub>).  
2. Определить аналитически и графически остаточные напряжения и остаточное перемещение сечения C при нагружении системы силой F=F\* (q=q\*) и последующей разгрузке.  
Материал системы идеально упруго-пластичный.



<p>1</p> <p><math>l=500 \text{ мм}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \frac{11}{4} \sigma_T A</math> <math>A=200 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=300 \text{ МПа}</math></p>	<p>2</p> <p><math>l=600 \text{ мм}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \frac{7}{4} \sigma_T A</math> <math>A=200 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=300 \text{ МПа}</math></p>	<p>3</p> <p><math>l=500 \text{ мм}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \frac{11}{12} \sigma_T A</math> <math>A=300 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=220 \text{ МПа}</math></p>	<p>4</p> <p><math>l=0,5 \text{ м}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \frac{11}{4} \sigma_T A</math> <math>A=300 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=240 \text{ МПа}</math></p>	<p>5</p> <p><math>l=500 \text{ мм}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \frac{7}{2} \sigma_T A</math> <math>A=200 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=240 \text{ МПа}</math></p>
<p>6</p> <p><math>l=400 \text{ мм}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \frac{27}{10} \sigma_T A</math> <math>A=300 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=240 \text{ МПа}</math></p>	<p>7</p> <p><math>l=400 \text{ мм}</math> <math>E=1 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \frac{11}{8} \sigma_T A</math> <math>A=200 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=160 \text{ МПа}</math></p>	<p>8</p> <p><math>l=0,6 \text{ м}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \frac{4}{3} \sigma_T A</math> <math>A=200 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=280 \text{ МПа}</math></p>	<p>9</p> <p><math>l=600 \text{ мм}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \frac{13}{8} \sigma_T A</math> <math>A=300 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=240 \text{ МПа}</math></p>	<p>10</p> <p><math>l=300 \text{ мм}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 2,2 \sigma_T A</math> <math>A=200 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=300 \text{ МПа}</math></p>
<p>11</p> <p><math>l=600 \text{ мм}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \frac{11}{6} \sigma_T A</math> <math>A=300 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=240 \text{ МПа}</math></p>	<p>12</p> <p><math>l=400 \text{ мм}</math> <math>E=1 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \frac{5}{3} \sigma_T A</math> <math>A=200 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=160 \text{ МПа}</math></p>	<p>13</p> <p><math>l=200 \text{ мм}</math> <math>E=1 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 2 \sigma_T A</math> <math>A=300 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=160 \text{ МПа}</math></p>	<p>14</p> <p><math>l=400 \text{ мм}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>q^* = \frac{25}{a} \sigma_T A</math> <math>A=300 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=260 \text{ МПа}</math> <math>a=1 \text{ м}</math></p>	<p>15</p> <p><math>l=0,4 \text{ м}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \frac{14}{11} \sigma_T A</math> <math>A=200 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_T=300 \text{ МПа}</math></p>

1. Построить графики зависимости нормальных сил и перемещения сечения C от величины силы F(q) при изменении последней от 0 до F<sub>пр</sub>(q<sub>пр</sub>).  
2. Определить аналитически и графически остаточные напряжения и остаточное перемещение сечения C при нагружении системы силой F=F\* (q=q\*) и последующей разгрузке.  
Материал системы идеально упруго-пластичный.



<p>16</p> <p><math>A=300 \text{ мм}^2</math> <math>\sigma_{ст} = \sigma_{мед} = 300 \text{ МПа}</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 1,4 \sigma_T A</math></p>	<p>17</p> <p><math>l=280 \text{ мм}</math> <math>E_{ст} = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{ст} = 160 \text{ МПа}</math> <math>A=400 \text{ мм}^2</math> <math>E_{мед} = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{мед} = 320 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 3,5 \sigma_{ст} A</math></p>	<p>18</p> <p><math>l=100 \text{ мм}</math> <math>A=400 \text{ мм}^2</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_T=200 \text{ МПа}</math> <math>F^* = \sigma_T A</math></p>	<p>19</p> <p><math>l=500 \text{ мм}</math> <math>A=1000 \text{ мм}^2</math> <math>E_{ст} = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>E_{мед} = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{ст} = 200 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{мед} = 100 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 2,7 \sigma_{ст} A</math></p>	<p>20</p> <p><math>l=500 \text{ мм}</math> <math>A=300 \text{ мм}^2</math> <math>E_{ст} = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>E_{ал} = 0,7 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{ст} = 360 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{ал} = 180 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 1,8 \sigma_{ст} A</math></p>
<p>21</p> <p><math>l=500 \text{ мм}</math> <math>A=400 \text{ мм}^2</math> <math>E_{ст} = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>E_{мед} = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{ст} = 250 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{мед} = 150 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 2,4 \sigma_{ст} A</math></p>	<p>22</p> <p><math>l=400 \text{ мм}</math> <math>A=500 \text{ мм}^2</math> <math>E_{ст} = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>E_{мед} = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{ст} = 320 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{мед} = 160 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 4,5 \sigma_{ст} A</math></p>	<p>23</p> <p><math>l=200 \text{ мм}</math> <math>E_{ст} = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_T = 300 \text{ МПа}</math> <math>A=100 \text{ мм}^2</math> <math>F^* = 1,8 \sigma_T A</math></p>	<p>24</p> <p><math>l=300 \text{ мм}</math> <math>A=400 \text{ мм}^2</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_T=200 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 1,25 \sigma_T A</math></p>	<p>25</p> <p><math>l=300 \text{ мм}</math> <math>A=400 \text{ мм}^2</math> <math>E_{ст} = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>E_{мед} = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{ст} = 300 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{мед} = 100 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 2,5 \sigma_{ст} A</math></p>
<p>26</p> <p><math>l=250 \text{ мм}</math> <math>A=300 \text{ мм}^2</math> <math>E_{ст} = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>E_{мед} = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{ст} = 300 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{мед} = 150 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 2,75 \sigma_{ст} A</math></p>	<p>27</p> <p><math>l=500 \text{ мм}</math> <math>A=400 \text{ мм}^2</math> <math>E=1 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_T = 150 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 2,7 \sigma_T A</math></p>	<p>28</p> <p><math>l=400 \text{ мм}</math> <math>A=1000 \text{ мм}^2</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_T=200 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 1,8 \sigma_T A</math></p>	<p>29</p> <p><math>l=300 \text{ мм}</math> <math>A=400 \text{ мм}^2</math> <math>E_{ст} = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>E_{мед} = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{ст} = 400 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_{мед} = 200 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 3,5 \sigma_{ст} A</math></p>	<p>30</p> <p><math>l=400 \text{ мм}</math> <math>A=500 \text{ мм}^2</math> <math>E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}</math> <math>\sigma_T=260 \text{ МПа}</math> <math>F^* = 1,7 \sigma_T A</math></p>