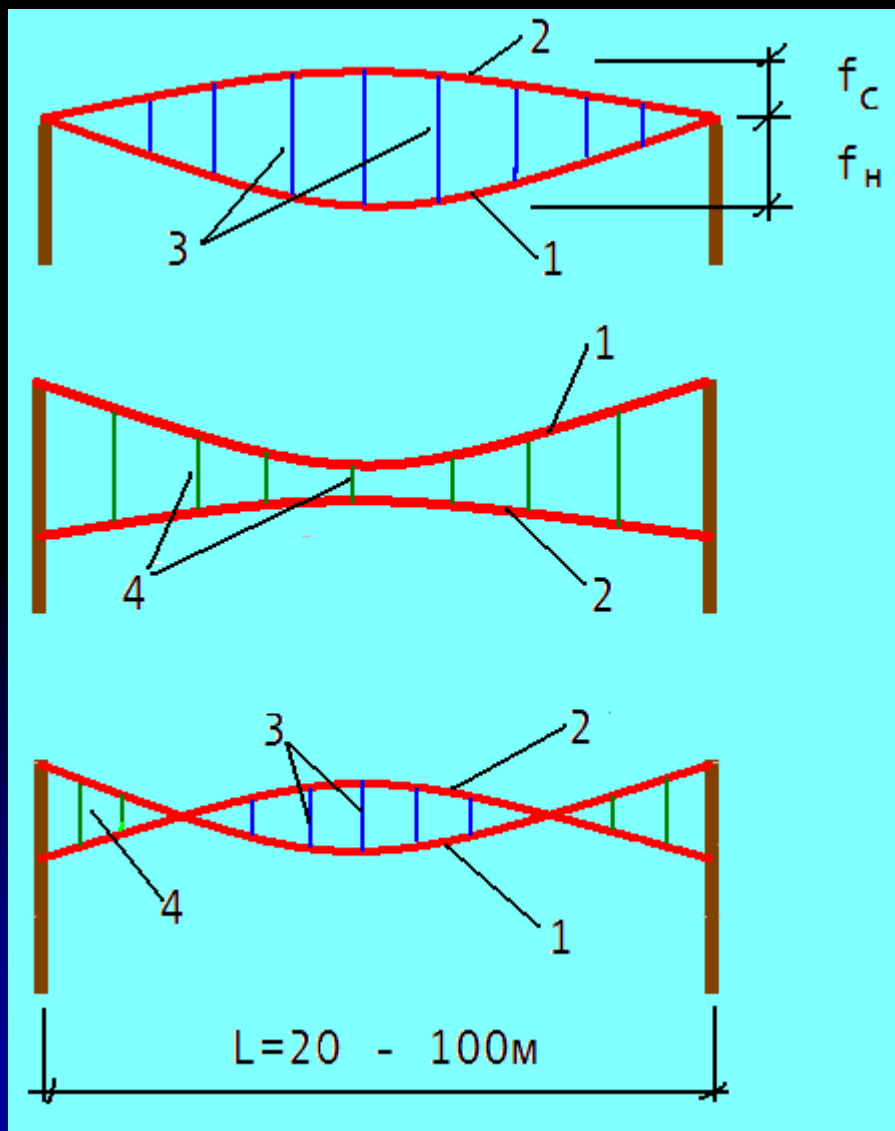


Двухпоясные покрытия



Основным несущим элементом является тросовая ферма.



Провисающая нить всегда несущая,
а выпуклая - стабилизирующая

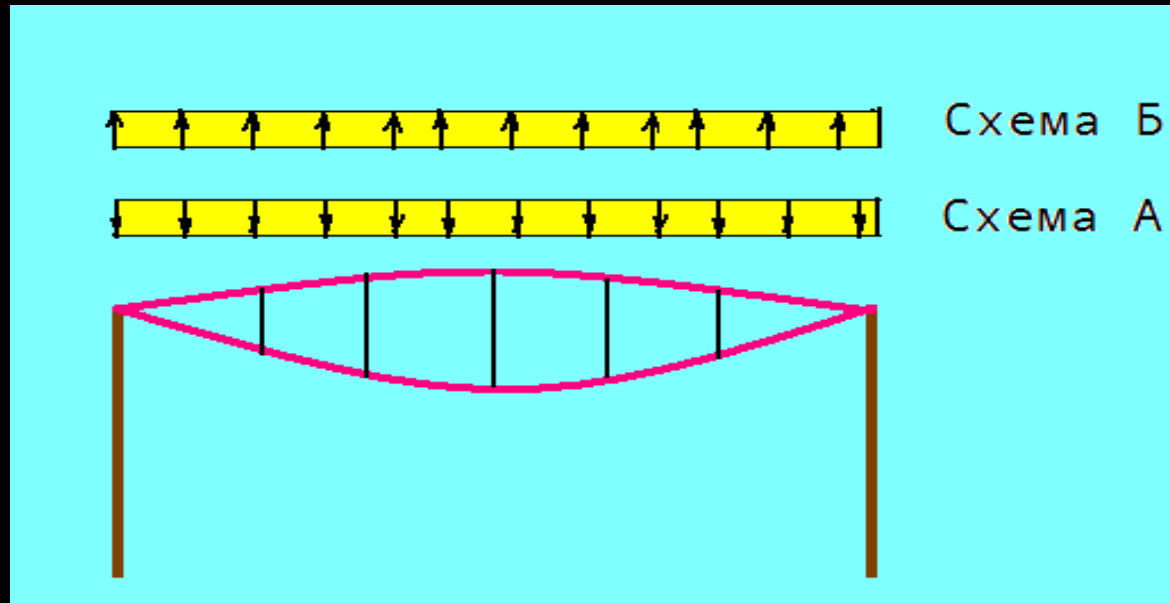
- 1 – несущая нить
- 2 – стабилизирующая нить
- 3 – распорки
- 4 – затяжки.

Стрелки провисания нитей:

несущей
$$f_H = \left(\frac{1}{15} \dots \frac{1}{25} \right) L$$

стабилизирующей
$$f_C = \left(\frac{1}{20} \dots \frac{1}{40} \right) L$$

Особенности тросовой фермы



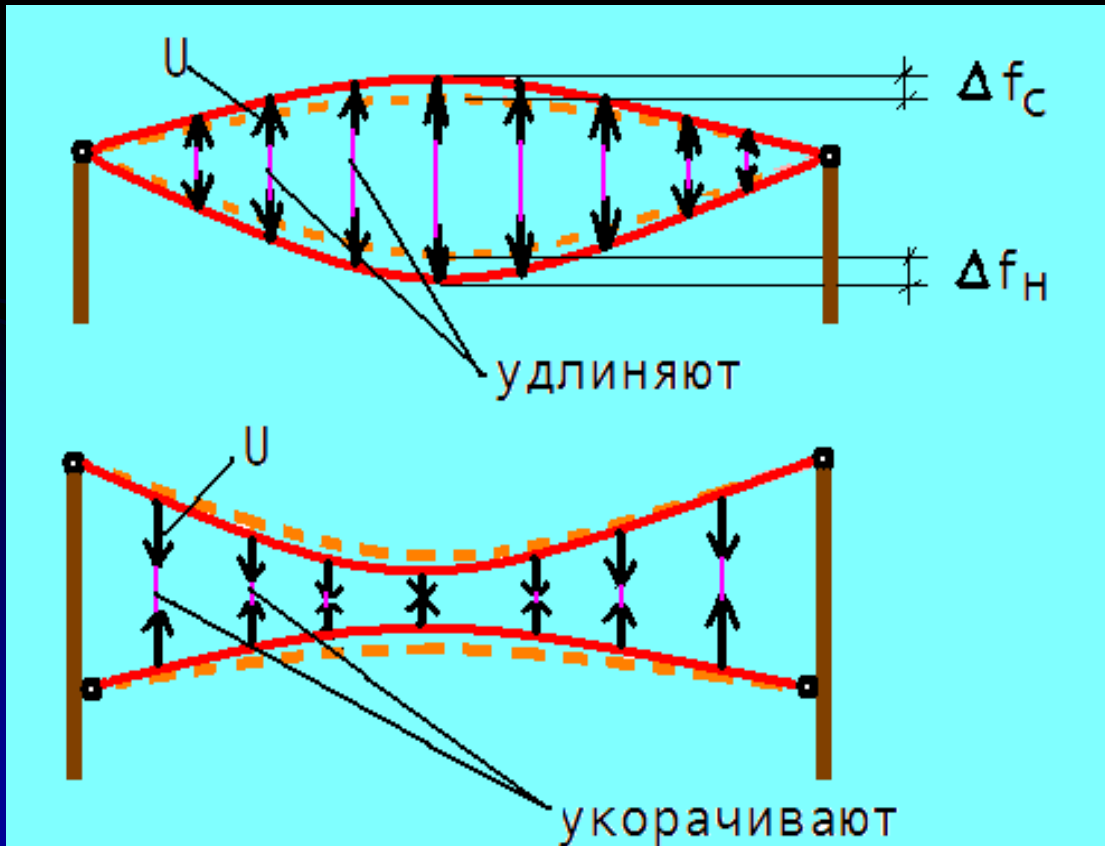
При действии вертикальной нагрузки вниз (схема А) несущая нить удлиняется, а стабилизирующая укорачивается.

На сжатие канат (трос) работать не может, и при малейшем сжатии он теряет устойчивость и, как следствие, вся система станет геометрически изменяемой, что в свою очередь приведет к обрушению покрытия.

Схема Б имеет место при действии ветровой нагрузки. В этом случае

стабилизация поясов фермы

Таким образом как верхний, так и нижний пояса тросовой фермы всегда должны быть растянутыми. Обязательным условием при проектировании таких конструкций является невозможность появления нулевых усилий в поясах ни при каких сочетаниях внешней нагрузки.



С этой целью пояса стабилизируют.

Осуществляется это с помощью предварительного напряжения поясов.

для удобства расчета дискретные силы U заменяют погонной нагрузкой p

Усилие предварительного напряжения в поясах назначают таким образом, чтобы при действии полной расчетной нагрузки q в стабилизирующем канате сохранилось бы не менее 25% от начального растягивающего усилия.

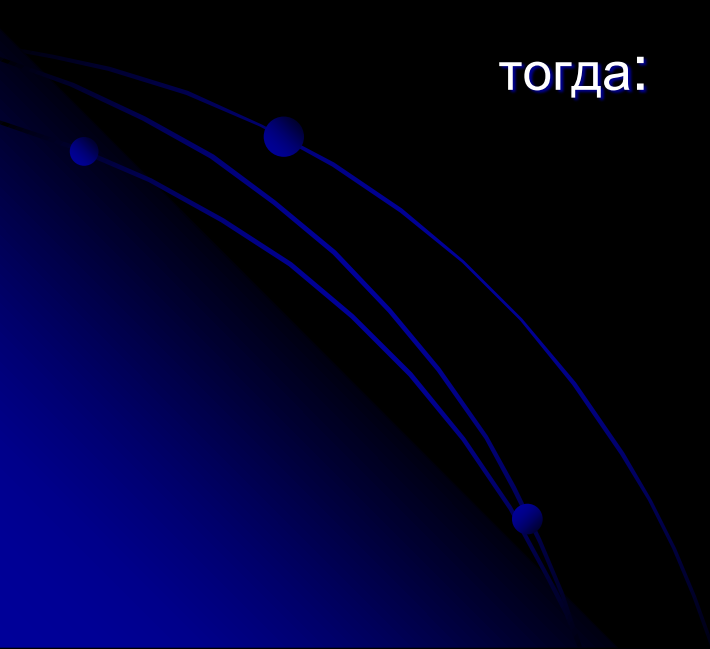
Установлено, что предварительное напряжение в стабилизирующем канате будет полностью погашено нагрузкой q , если оно было создано действующей в противоположном направлении нагрузкой равной:

$$p_0 = q \frac{\alpha \cdot f_c}{\alpha \cdot f_c + f_H} \quad \text{где} \quad \alpha = \frac{\mu_H^2 \cdot E_c A_c f_c}{\mu_c^2 \cdot E_H A_H f_H}$$

(Предварительно можно принять $\alpha = 0,1 \dots 0,15$)

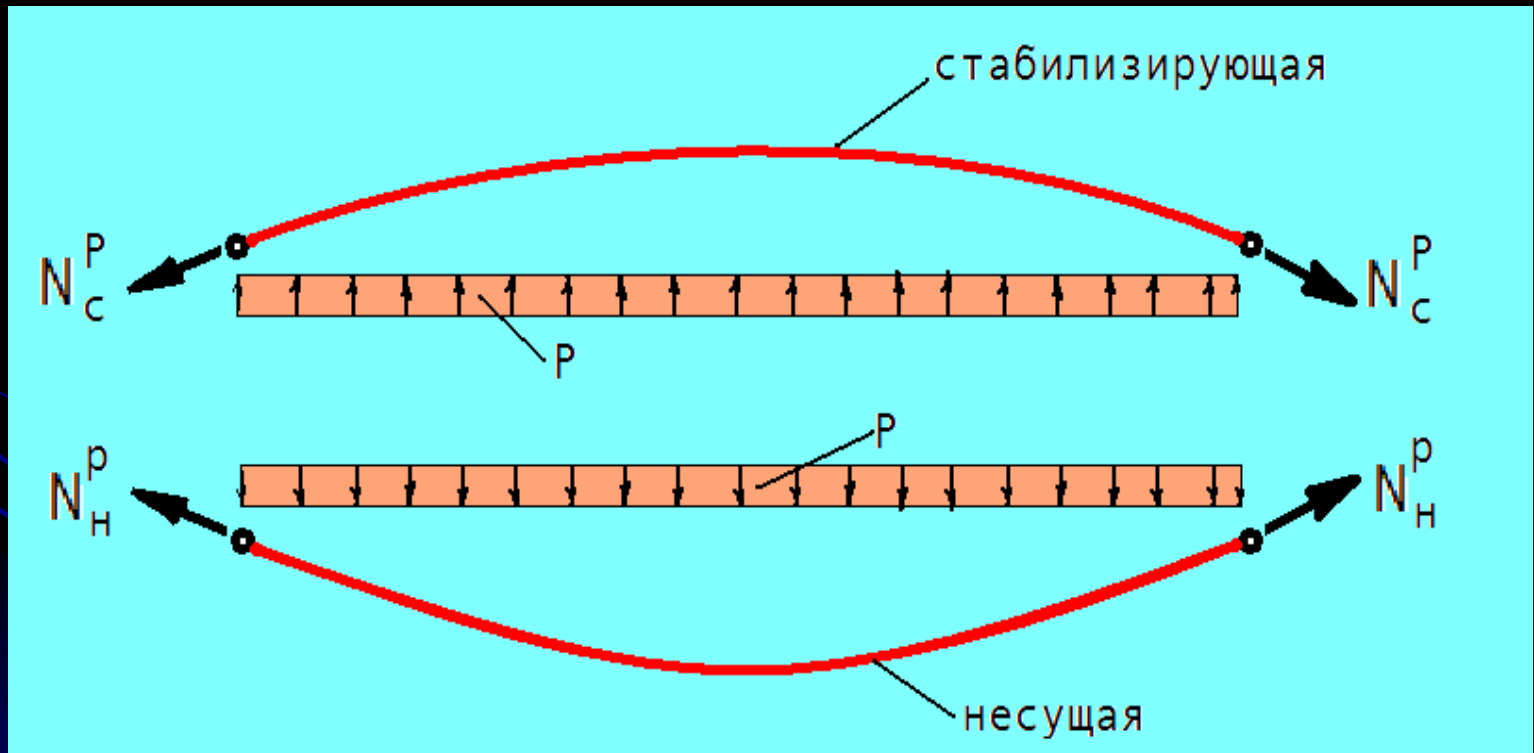
Таким образом, предварительное напряжение в поясах следует создавать нагрузкой $p = p_o + 0.25 p$

тогда:
$$p = \frac{p_o}{0.75} \approx 1.35 p_o$$

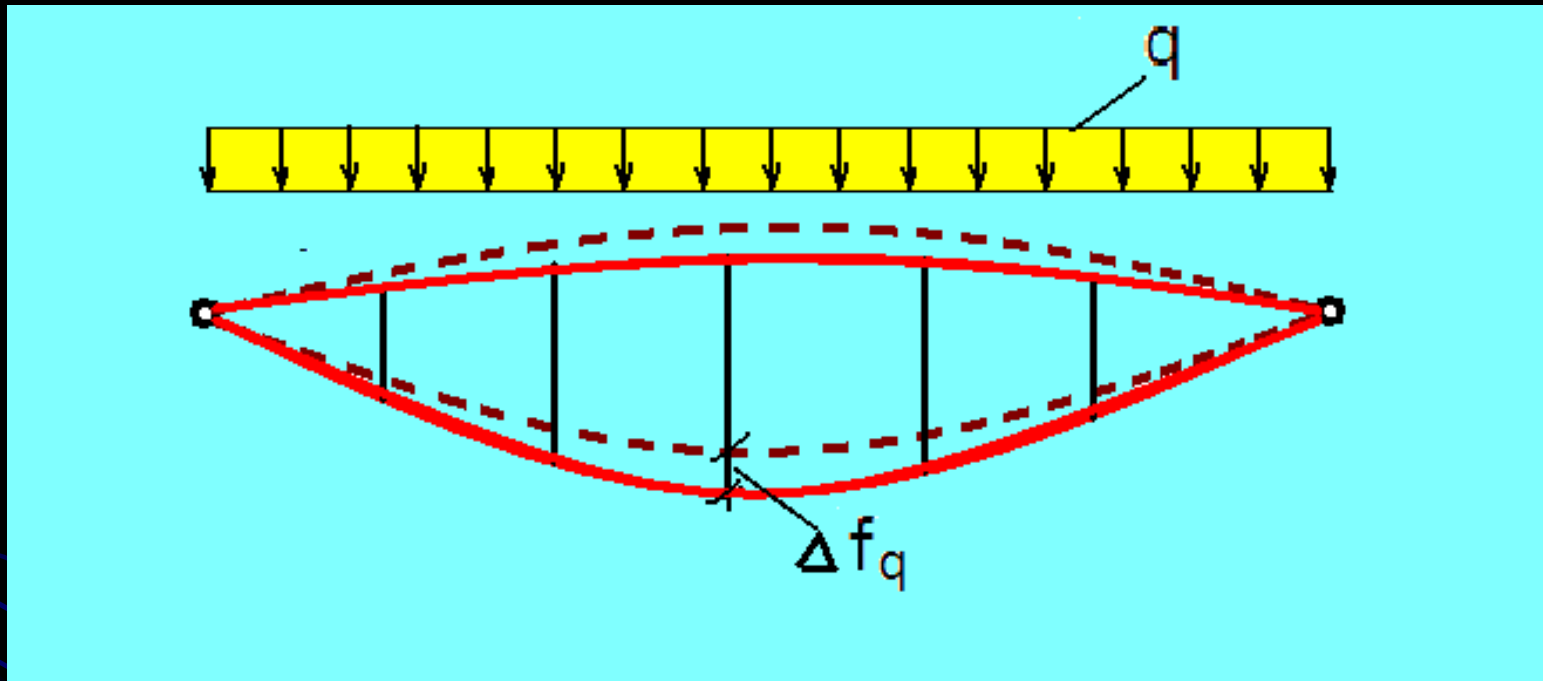


СТАДИИ РАБОТЫ ПОЯСОВ ФЕРМЫ:

1. создание предварительного напряжения



2. стадия эксплуатации



На ферму действует погонная нагрузка q
в несущем поясе усилия увеличиваются,
а в стабилизирующем уменьшаются

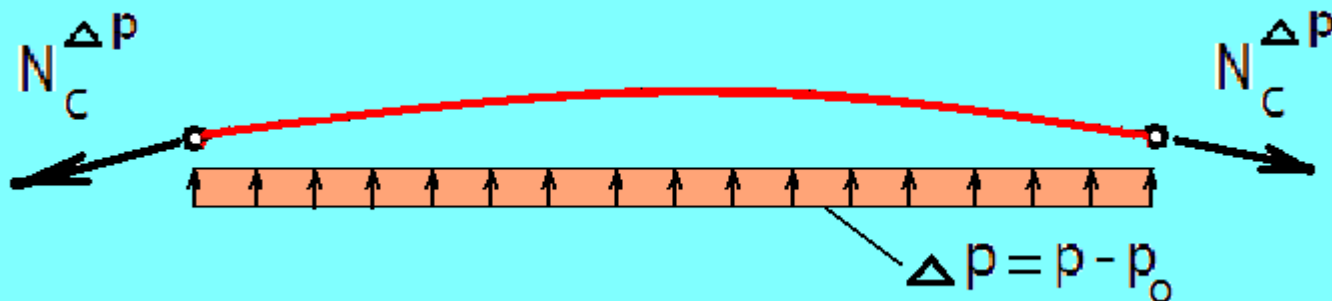


Схема усилий в стабилизирующей нити

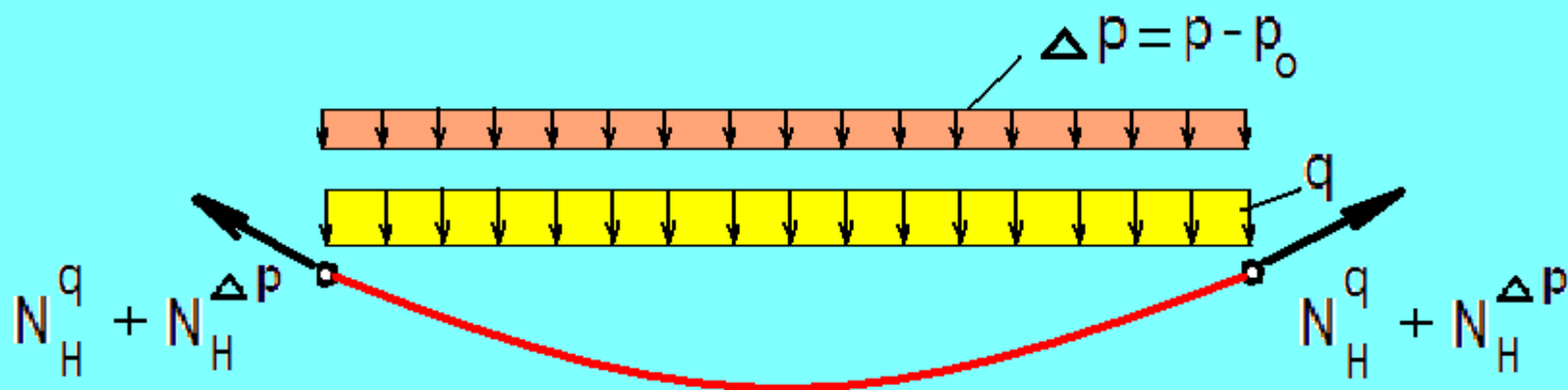
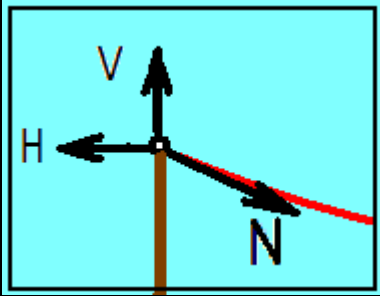


Схема усилий в несущей нити

В **несущей** нити наибольшие усилия возникают в стадии эксплуатации.



Распор:

$$H_H = \frac{(q + \Delta p)L^2}{8f_H}$$

Вертикальная реакция:

$$V_H = \frac{(q + \Delta p)L}{2}$$

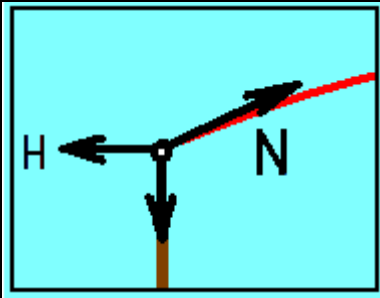
Усилие в нити:

$$N_H = \sqrt{H_H^2 + V_H^2}$$

В формулах: $\Delta p = p - p_o$

В **стабилизирующей** нити наибольшие усилия возникают в стадии предварительного напряжения.

Распор:



$$H_c = \frac{p \cdot L^2}{8f_c}$$

Вертикальная реакция:

$$V_c = \frac{p \cdot L}{2}$$

Усилие в нити:

$$N_c = \sqrt{H_c^2 + V_c^2}$$

Сечение троса вычисляют по формуле:

$$A = 1,6 \frac{N}{k_p R_{un}}$$

R_{un} - временное сопротивление проволок разрыву

k_p - коэффициент снижения разрывного усилия каната (троса)

Длина заготовки троса с учетом его деформаций:

$$S = L \left[1 + \frac{8}{3} \left(\frac{f}{L} \right)^2 - \frac{H}{E \cdot A} \right]$$

Упругий провис в середине пролета:

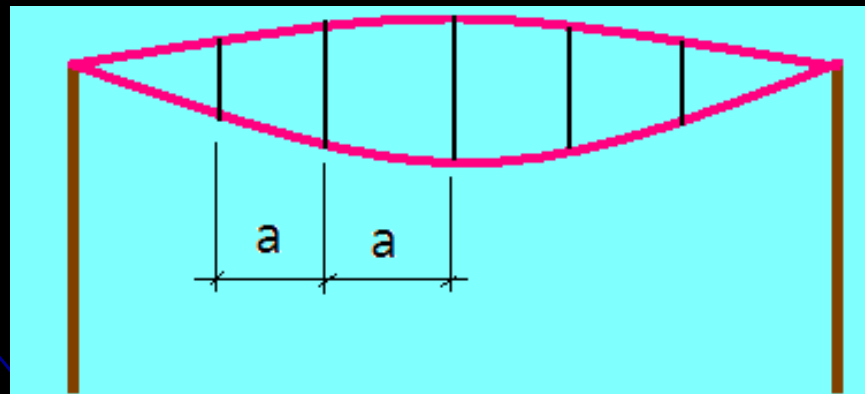
$$\Delta f_q = \frac{3}{128} \left(\frac{\mu}{f} \right)^2 \frac{q \cdot L^4}{E \cdot A}$$

В распорках максимальное усилие в стадии эксплуатации

$$N_{\text{распорки}} = (q + \Delta p) a$$

В затяжках - в стадии предварительного напряжения

$$N_{\text{затяжки}} = p \cdot a$$

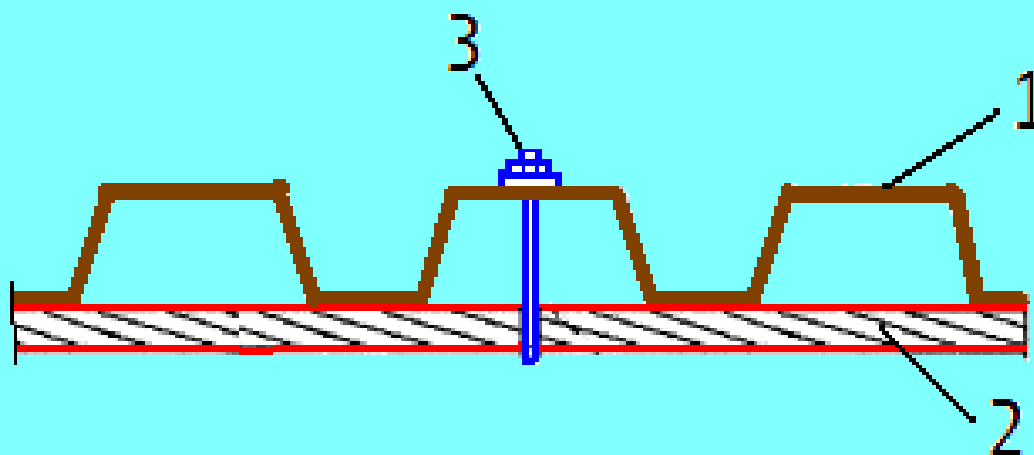


a - шаг распорок (затяжек) вдоль фермы

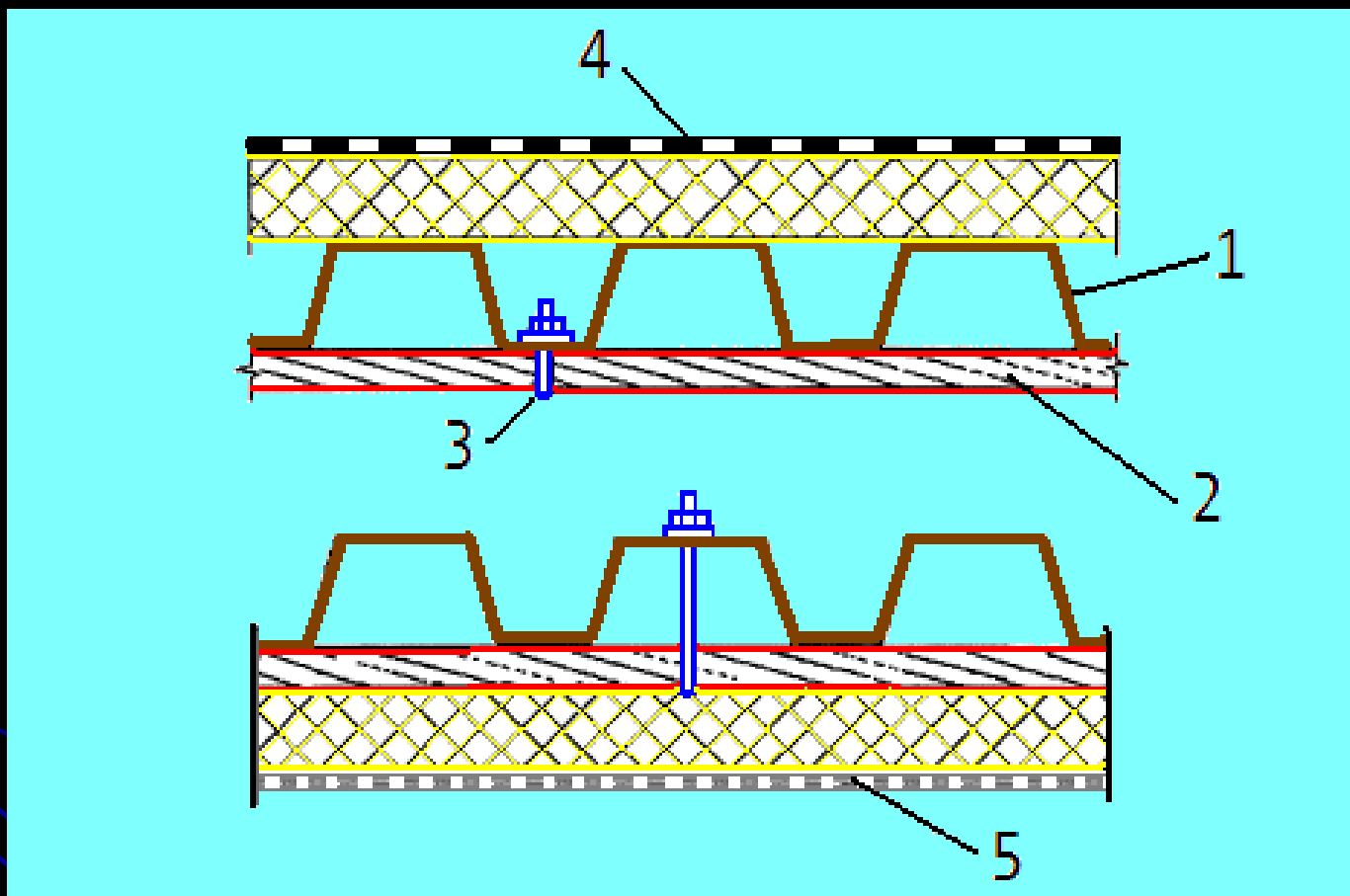
ПОКРЫТИЕ

Разнозначная кривизна поясов тросовой фермы
делает покрытие геометрически не изменяемым,
поэтому кровлю делают легкой.

Холодная кровля

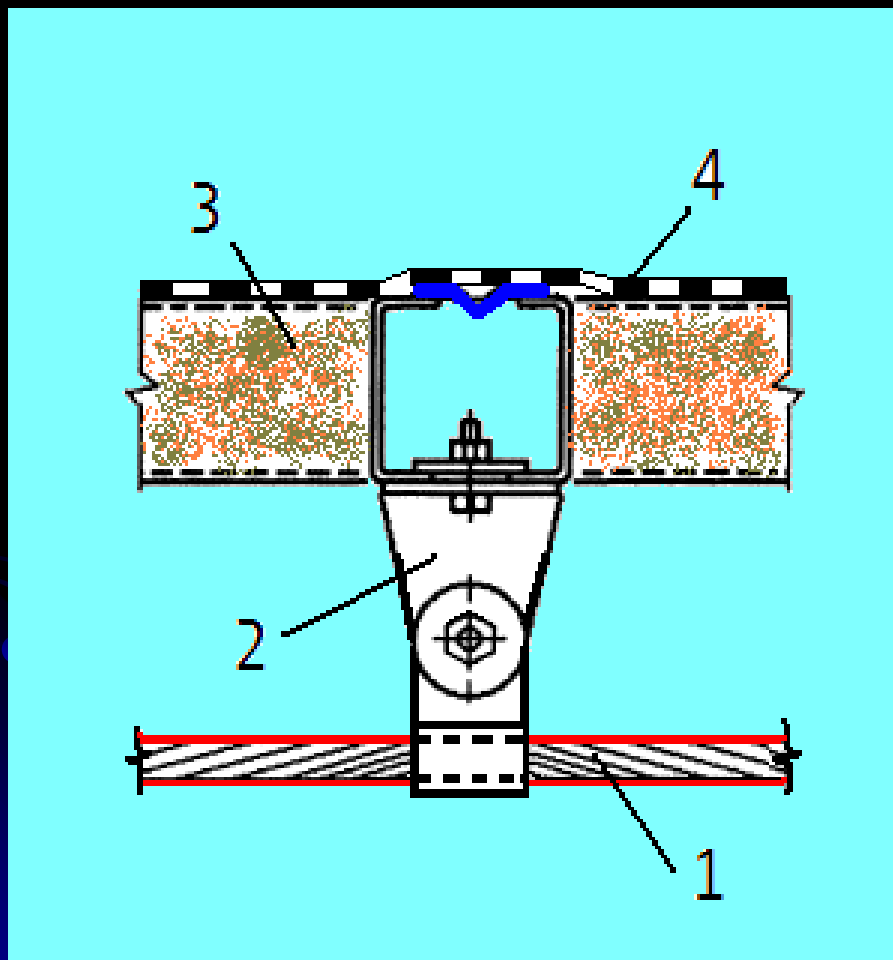


Теплая кровля



1 - профилированный настил; 2 - трос; 3 - крепеж;
4 - водоизоляционный слой; 5 – пароизоляция, декор,

Комплексная кровельная панель

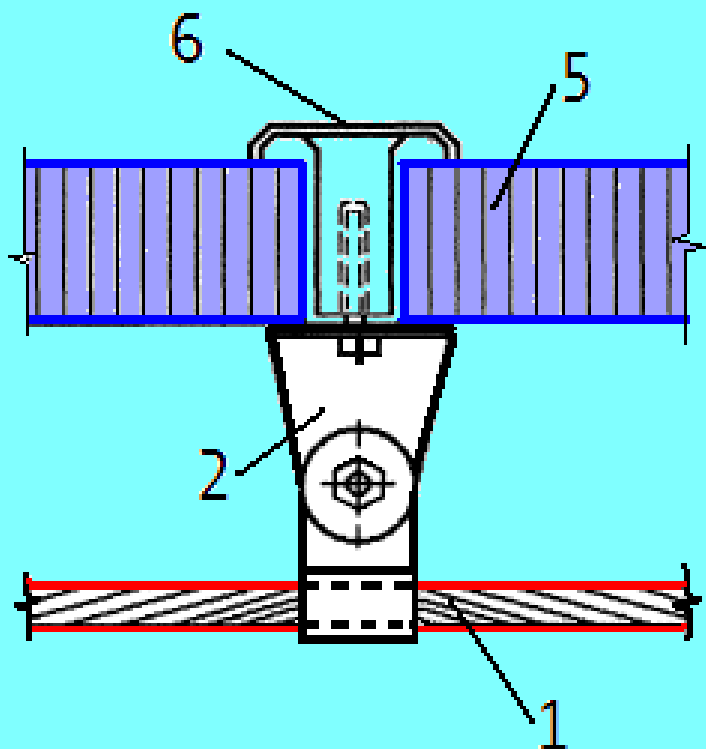


1 - трос;

2 – опорный столик;

3 – панель оконтуренная
гнутым профилем;

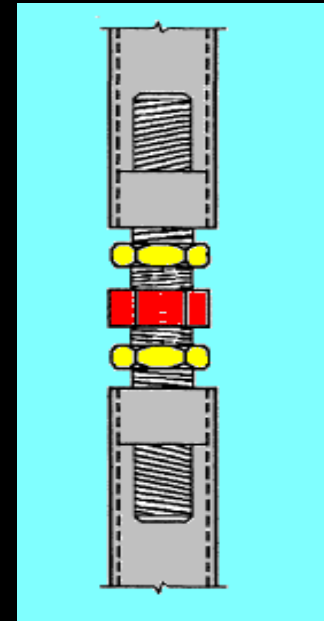
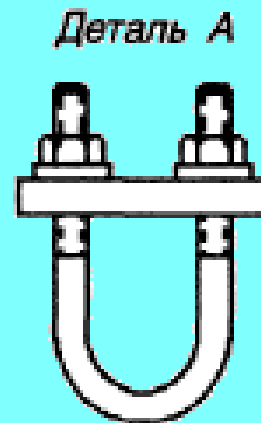
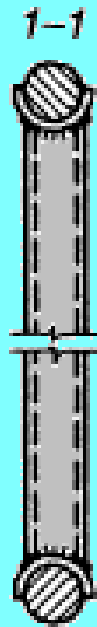
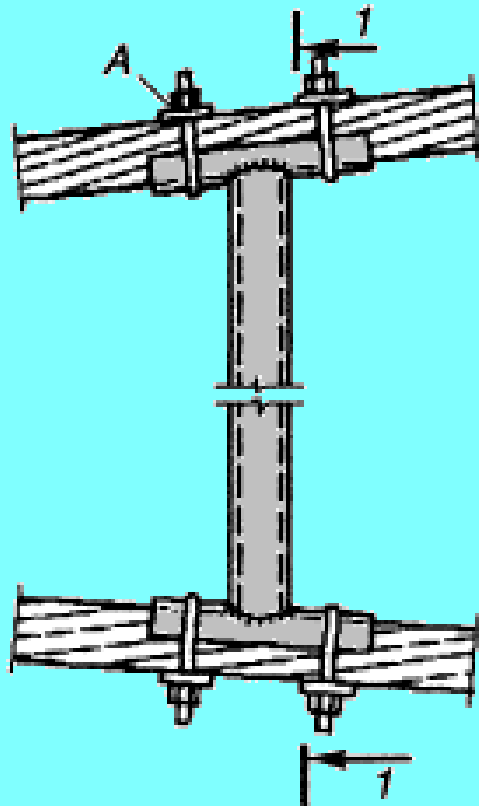
4 - водоизоляционный слой.



5 – кровельная панель
(стеклопластик, поликарбонат
и т.д.);

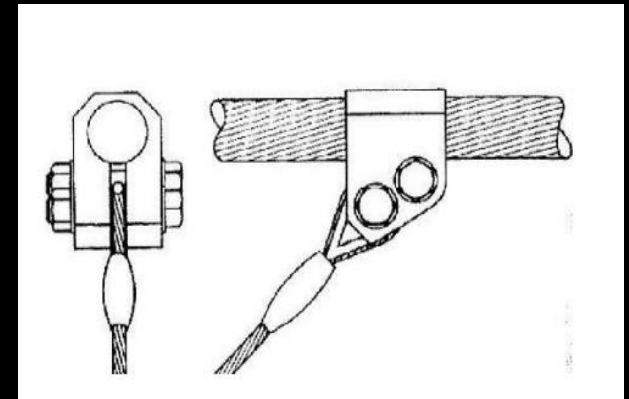
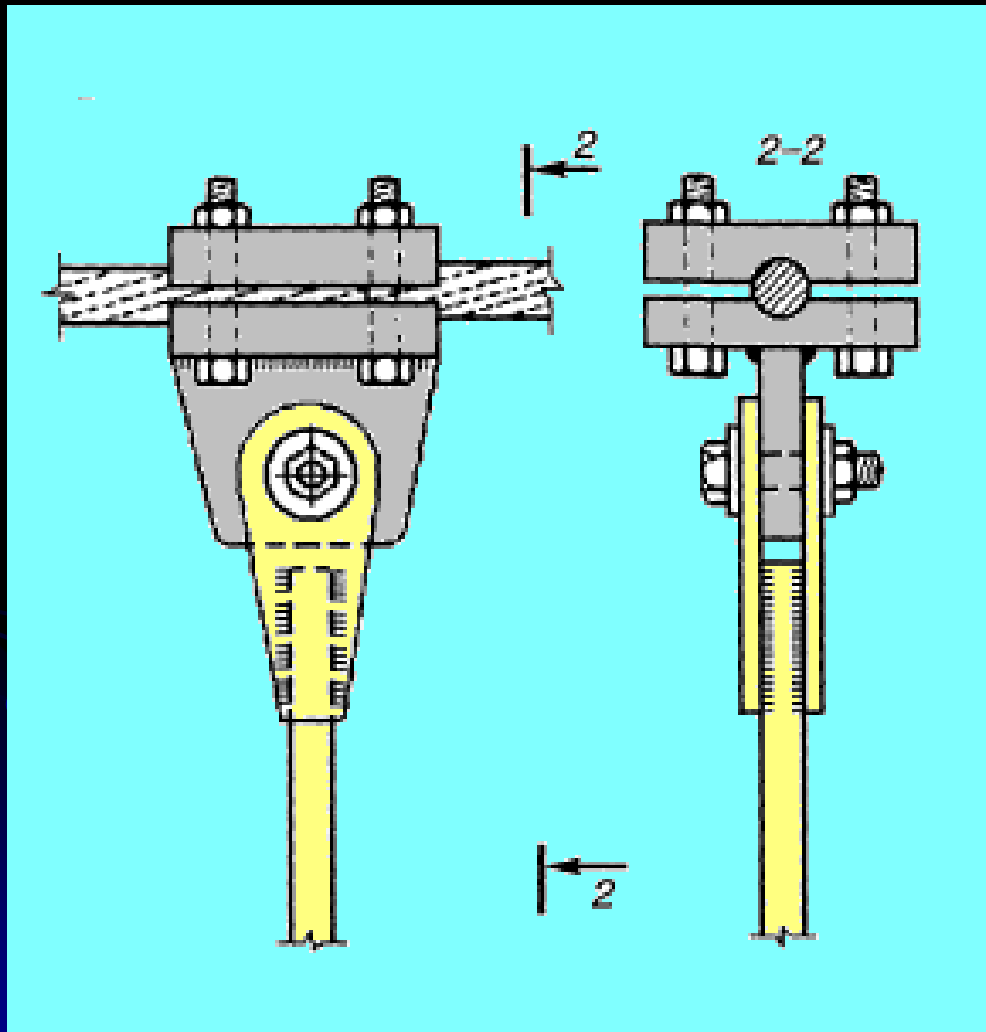
6 – нащельник.

Крепление стоек

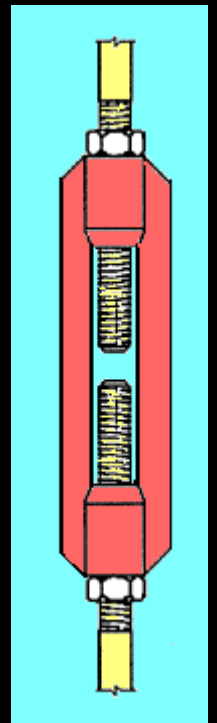


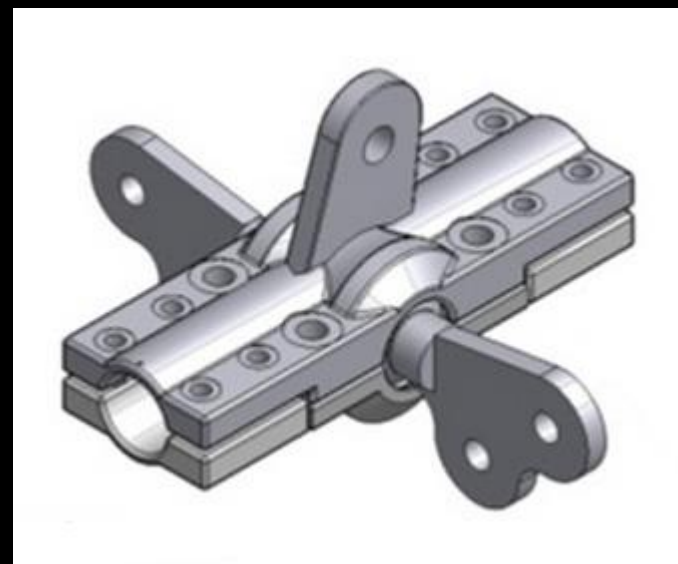
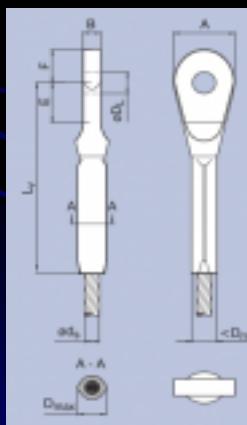
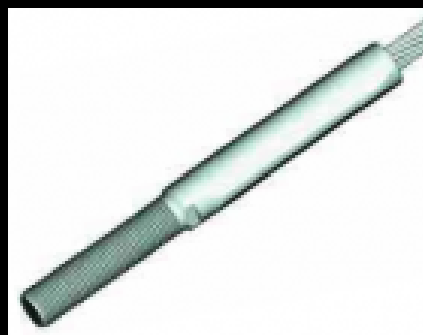
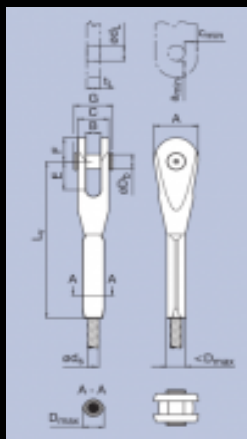
деталь для создания
предварительного напряжения

Крепление затяжек

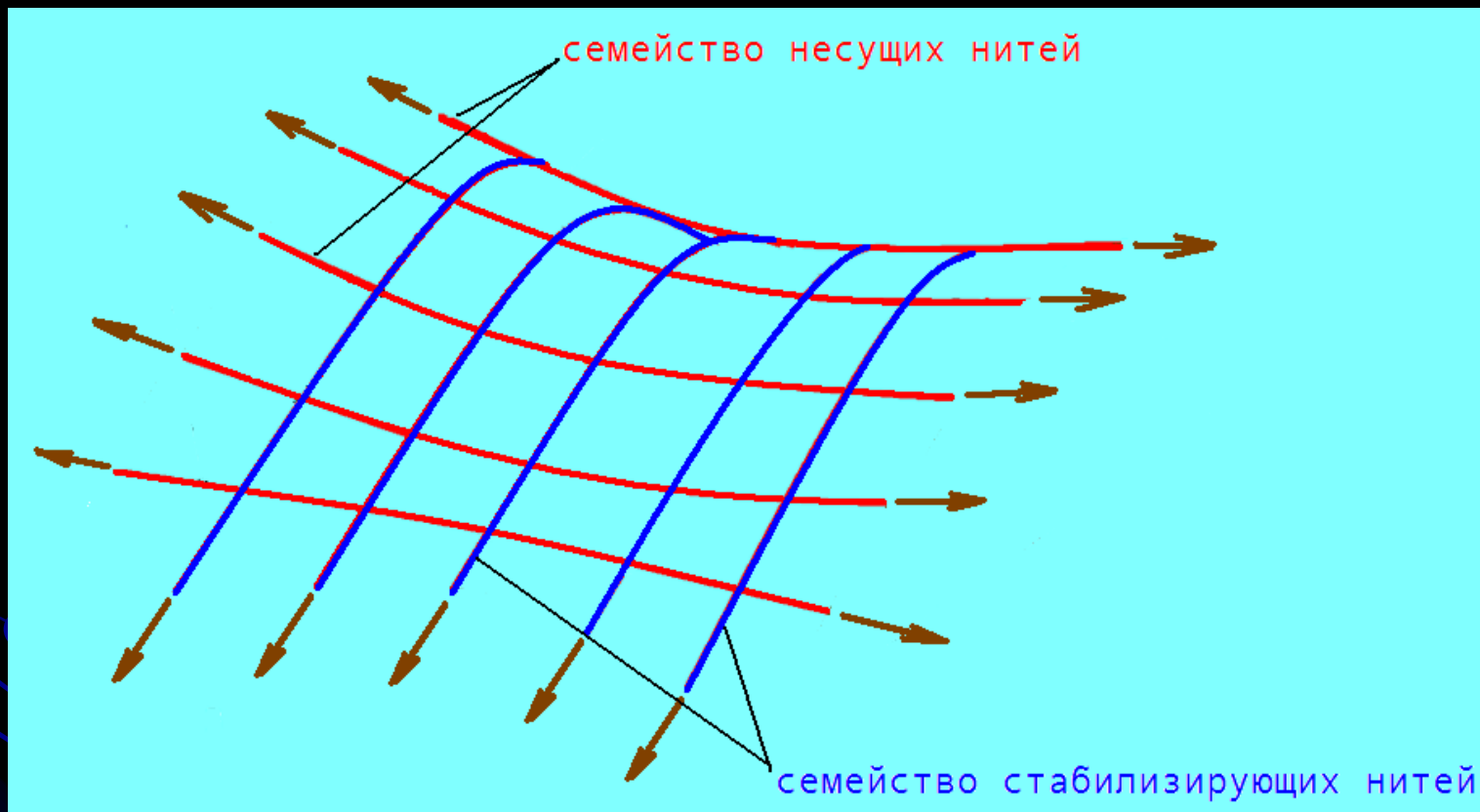


деталь для
создания
предварительного
напряжения



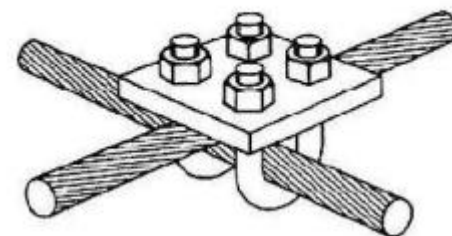
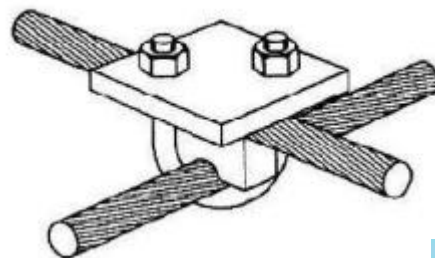
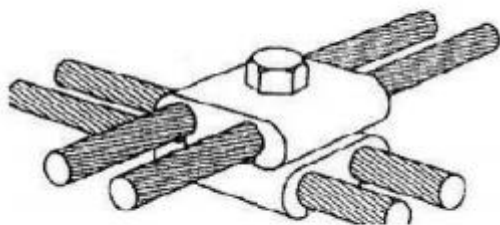
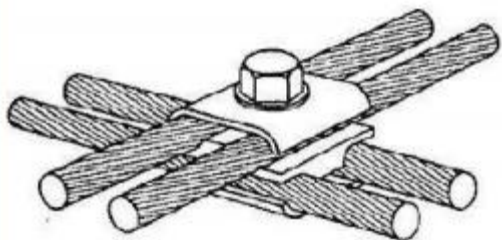


ТРОСОВЫЕ СЕТКИ



При любых воздействиях как несущие, так и стабилизирующие канаты должны быть растянуты

УЗЛЫ КРЕПЛЕНИЯ



Провисающая нить всегда несущая, выпуклая - стабилизирующая

Стрелки провисания нитей:

несущей $f_H = \left(\frac{1}{10} \dots \frac{1}{15} \right) L$

стабилизирующей $f_C = \left(\frac{1}{15} \dots \frac{1}{25} \right) L$

соотношение

$$\frac{f_H}{f_C} \approx 1,5$$



Для покрытия на квадратном плане при условии равенства продольных жесткостей несущего и стабилизирующего каната минимально допустимое усилие **преднапряжения** в стабилизирующем канате составляет:

$$N_C^{P.MIN} = \frac{qL^2}{8} \frac{f_C}{f_C^2 + f_H^2}$$

При таком преднапряжении при действии полной расчетной нагрузки q усилия в стабилизирующем канате будут равны нулю.

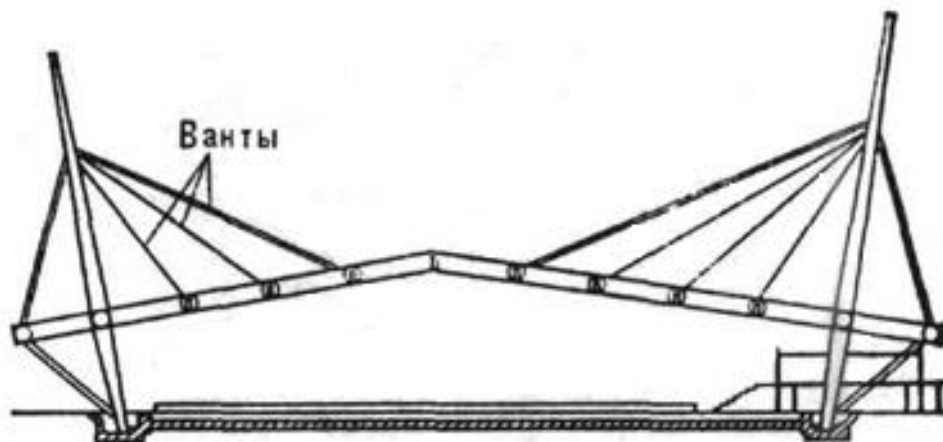
Усилия в несущем канате:

от преднапряжения

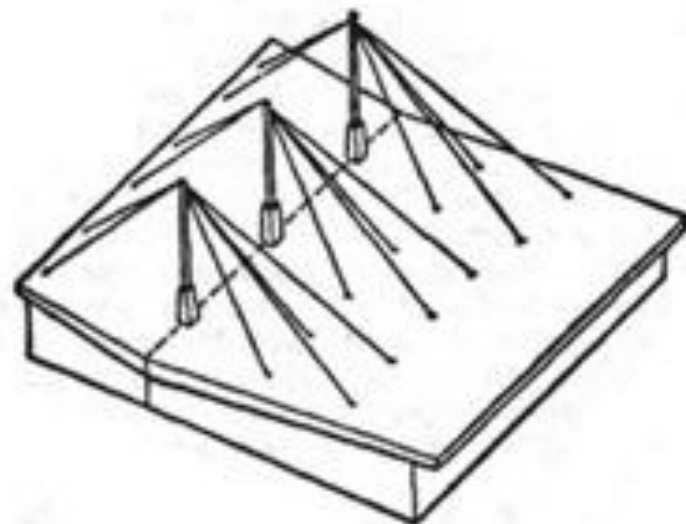
$$N_H^P = N_C^P \frac{f_C}{f_H}$$

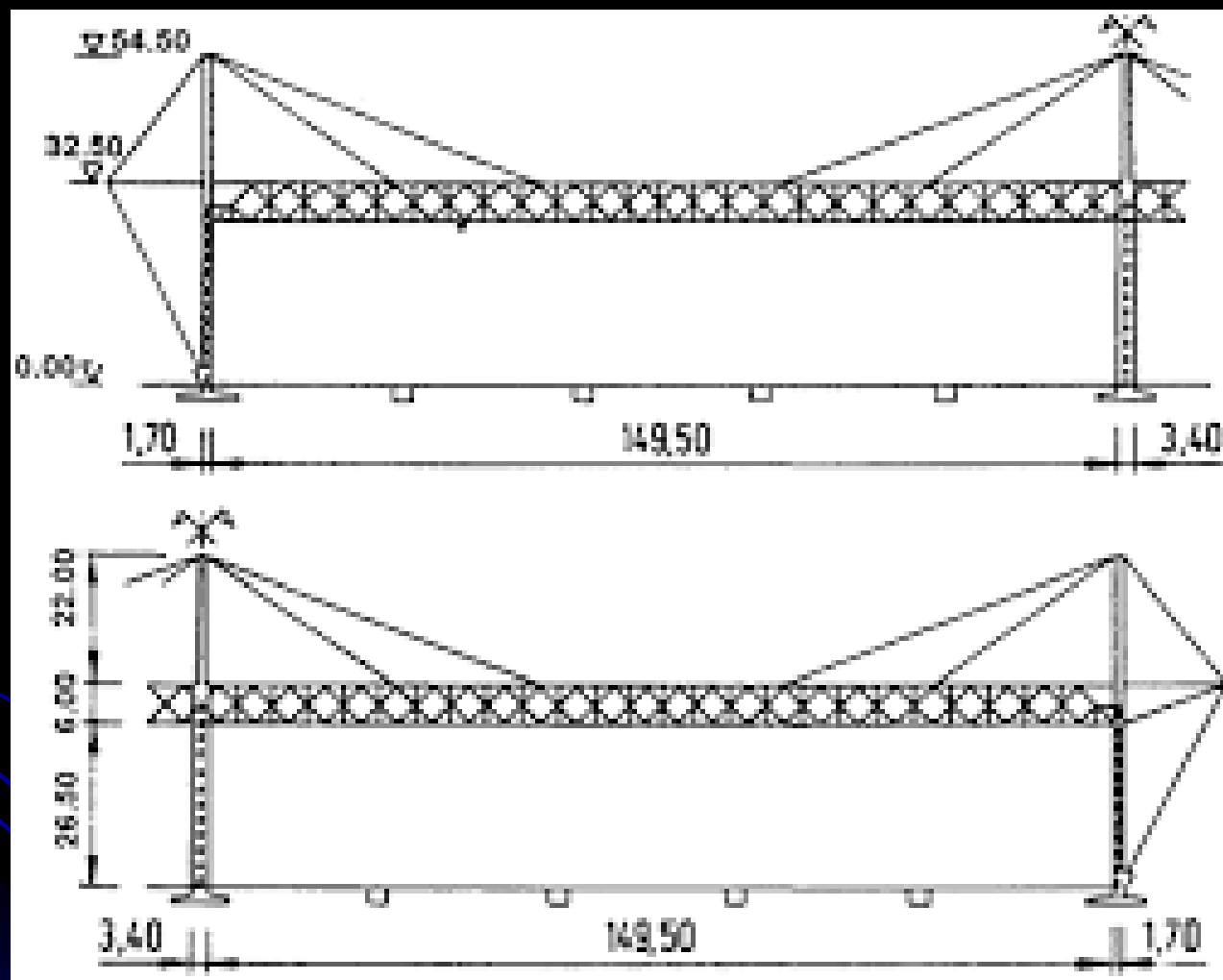
в стадии эксплуатации

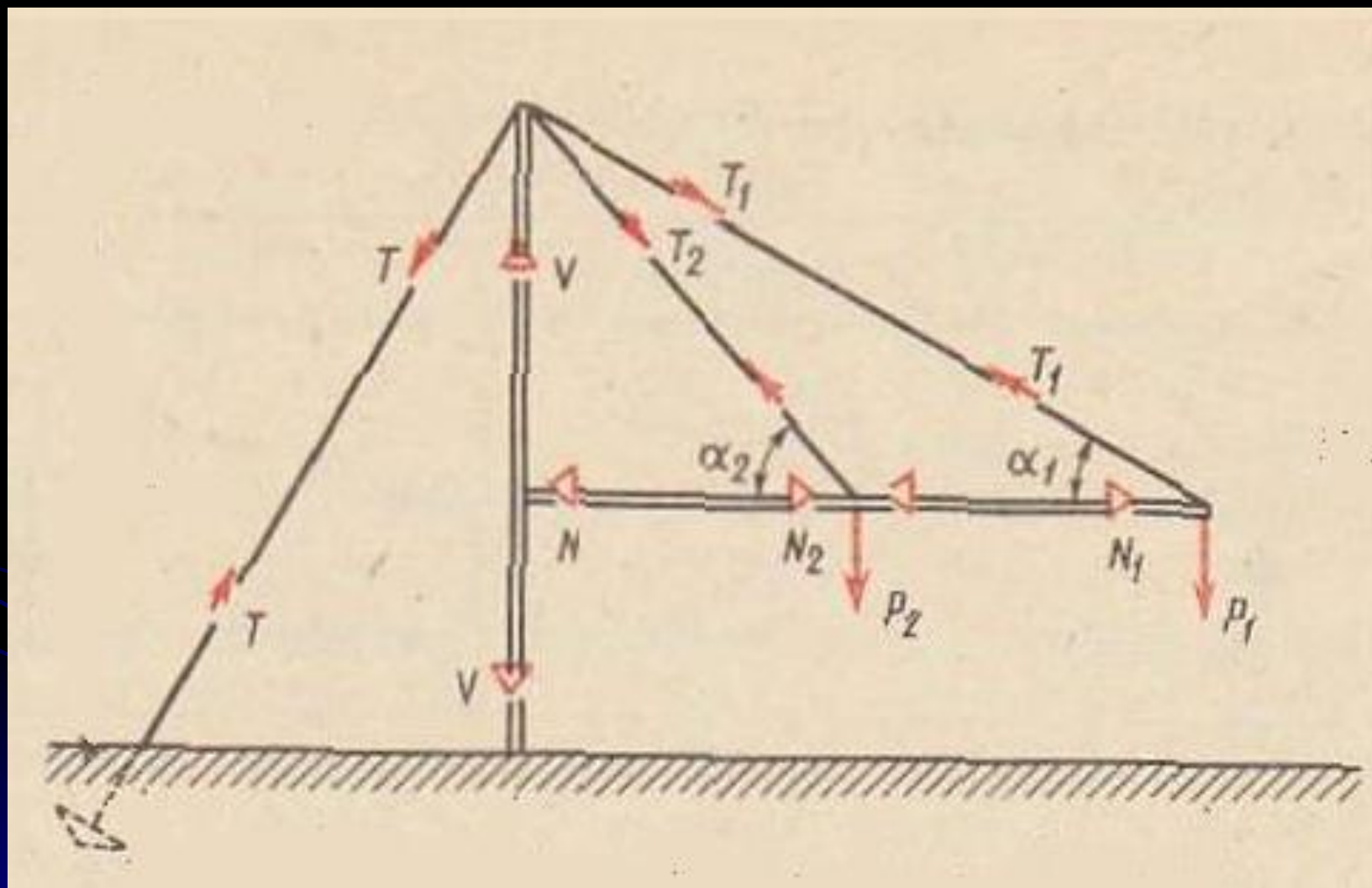
$$N_H = N_H^q + N_H^P = \frac{q \cdot L^2}{8} \cdot \frac{f_H}{f_H^2 + f_C^2} + N_C^P \frac{f_C}{f_H}$$

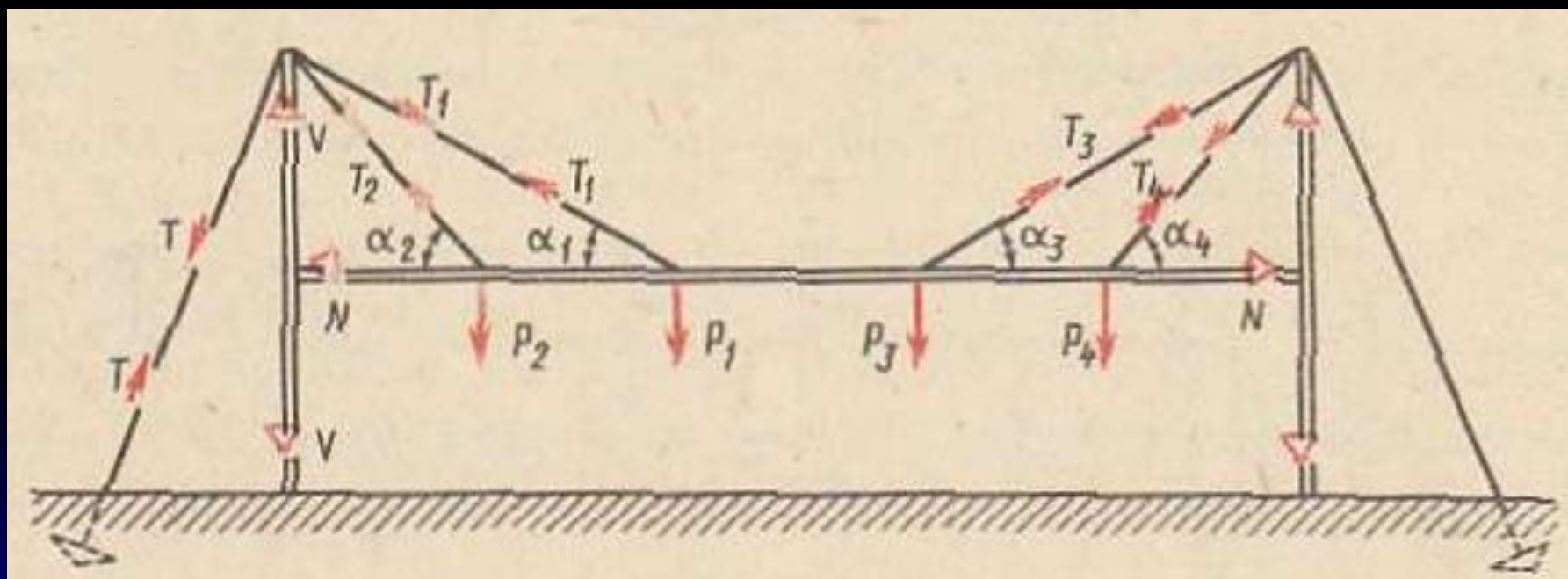


ВАНТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ























СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

