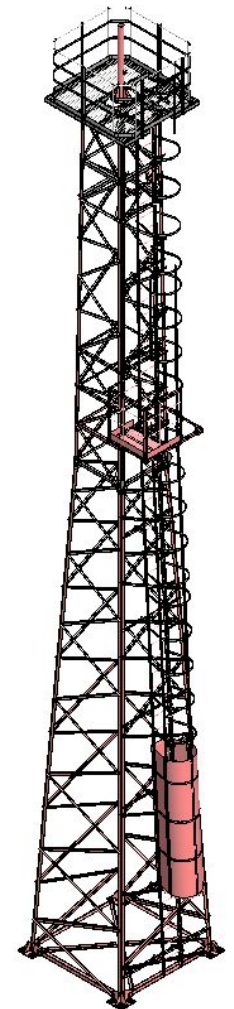


# Антенно- мачтовые сооружения

Чебураха И.С  
Здержиков А.С  
Бурдина Т.А.  
Накаряков Н.С.

# Что такое АМС?

Антенно-мачтовое сооружение (АМС) — общее название для антенной опоры, входящей в состав оборудования площадки размещения радиоэлектронных средств (РЭС) связи.



# Виды АМС:

- Башни





- Мачты





# Специфические требования:

1. Создание форм уменьшающих воздействия;
2. Ограничение деформаций;
3. Регулирование отклонений от теоретической формы и положения элементов антенного устройства;
4. Специальные меры против снега и гололеда.

# Ограничение деформаций

Максимальное линейное отклонение фактической формы элементов антенного устройства от теоретической по нормали к ней обычно не должно превышать

$$\Delta N_{max} \leq k_{\lambda} \cdot \lambda$$

где  $\lambda$  - длина волны, на которой работает антенное устройство,

$k_{\lambda}$  - коэффициент, характеризующий порядок отклонения, при котором еще не возникает существенного снижения эффективности работы антенного устройства (1/10 – 1/16)

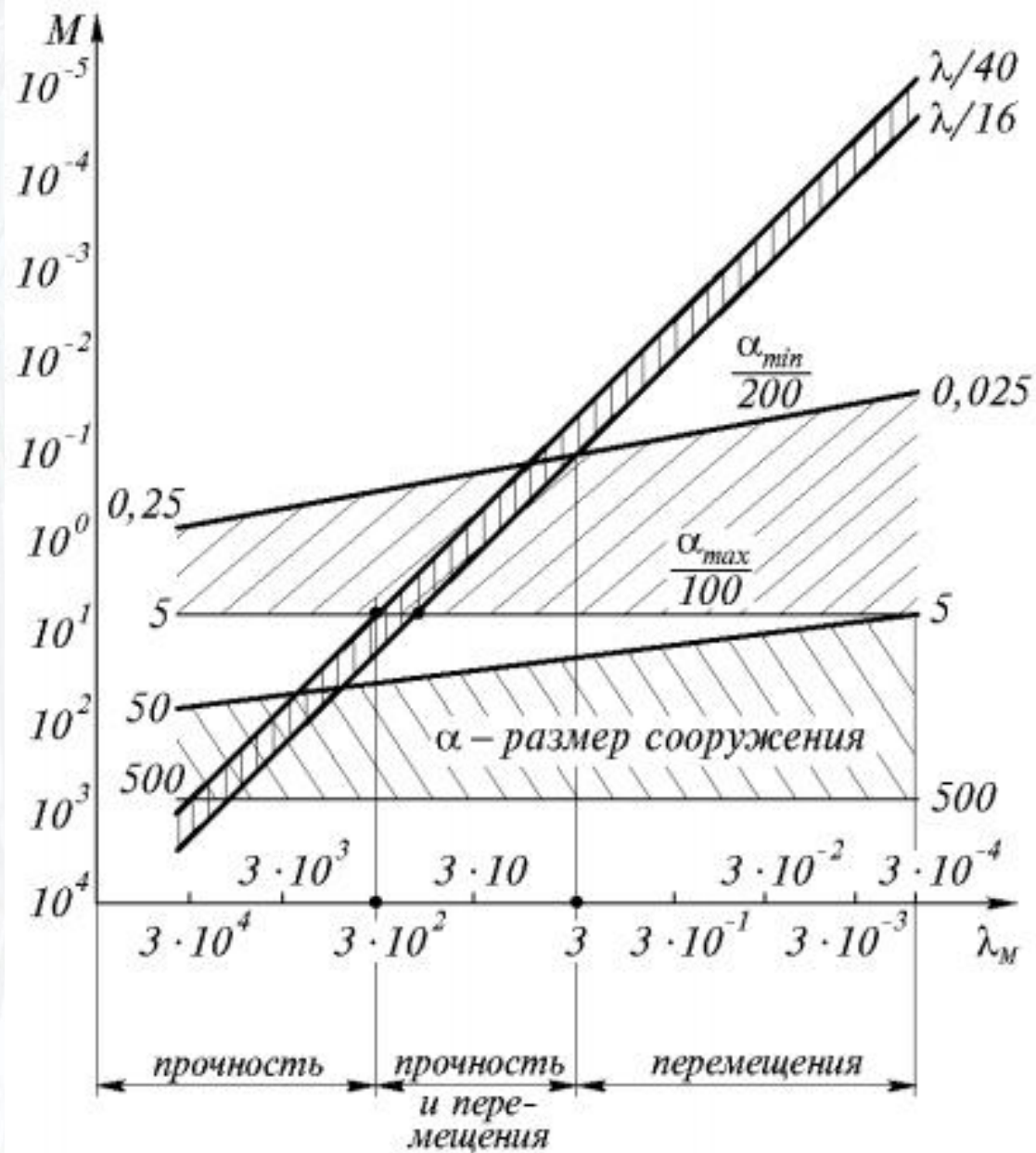



Рис.1.1. График расчета антенных устройств по I и II предельным состояниям



# Регулирование отклонений

Любые отклонения от проектной формы во время изготовления и монтажа ведут к изменениям в работе оборудования АМС, поэтому их следует избегать, разрабатывая принципиально новые конструктивные построения.



# Лед и снег - плохо!

При проектировании следует предусматривать меры борьбы с наледью и снегом.



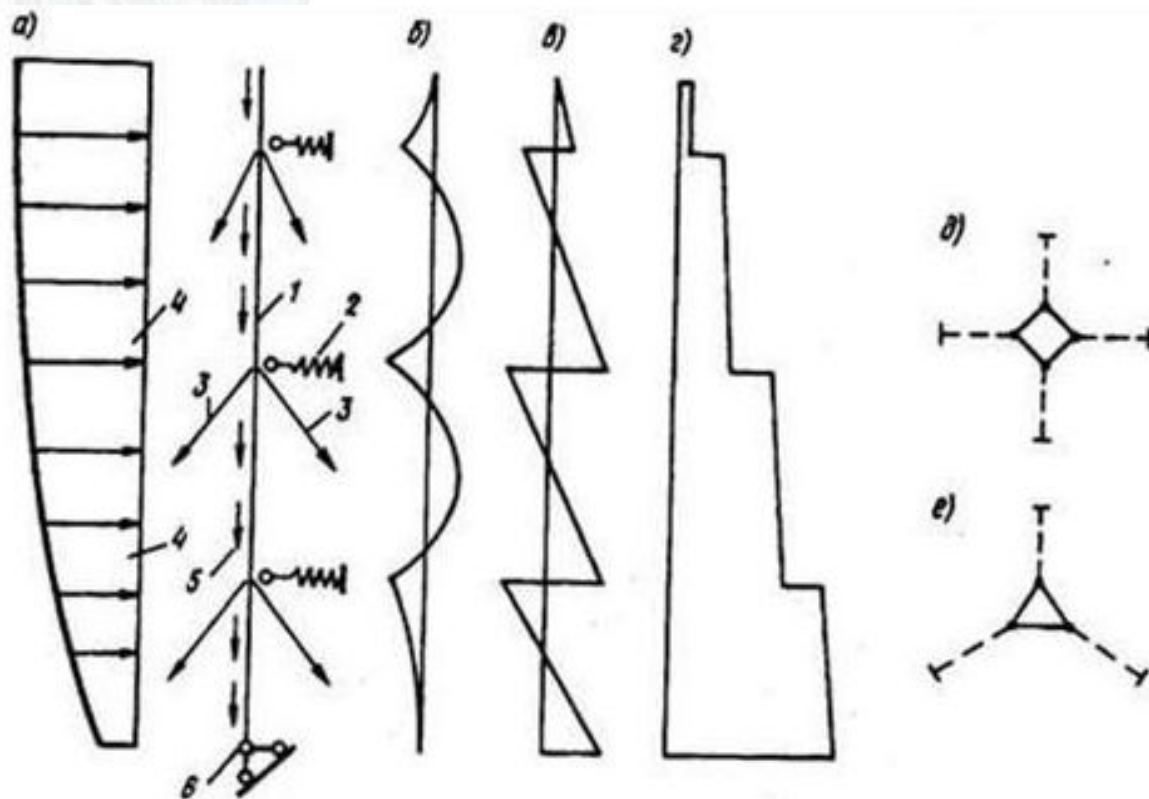


# Сбор нагрузок

По СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» нагрузки бывают:  
М

- Постоянные – масса постоянных частей несущих конструкций и фундаментов, масса оборудования, масса механизмов, воздействие предварительного напряжения элементов конструкций;
- Длительные – масса частей сооружений, которые могут изменяться, масса оборудования, которое в процессе эксплуатации может изменять положение или может модернизироваться, средние скорости ветра, инерционные силы, возникающие при вращении или перемещении сооружения, если они непрерывны;
- Кратковременные – ветровые максимальной интенсивности, обледенение, изменение температуры в пределах одних суток, осадки;
- Особые – сейсмические и взрывные воздействия, нагрузки, вызываемые неисправностью или поломкой оборудования, неравномерность осадки основания.

# Расчетная схема



а – расчетная схема; 1 – ствол мачты; 2 – упругоподатливая опора; 3 – сила тяжения оттяжек; 4 – ветровая нагрузка; 5 – вертикальная нагрузка; 6 – шарнирная опора; б – эпюра изгибающих моментов; в – эпюра поперечных сил; г – эпюра продольных сил; д – схема размещения оттяжек при стволе квадратной формы сечения; е – то же, при стволе треугольной формы



На мачту при ее эксплуатации постоянно действуют: силы веса ствола  $g_{j \text{ ств}}$ , оттяжек  $g_{j \text{ от}}$ , а также усилия от предварительного натяжения оттяжек в каждом  $j$ -м узле мачты:

$$N_{jot} \approx \sigma_{jot} \cdot F_j \cdot n_j \cdot \cos \alpha_j$$

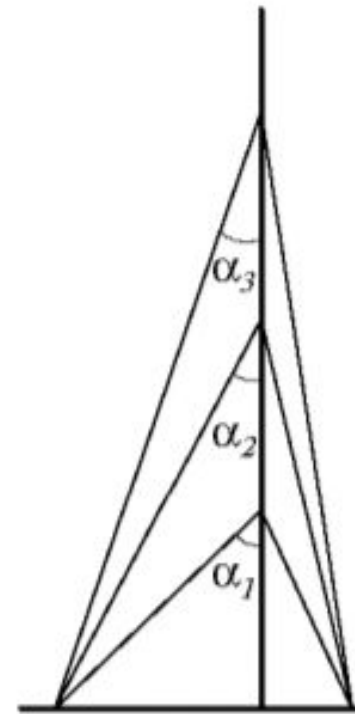
где  $j$  - индекс, указывающий на положение узла крепления оттяжки к стволу мачты;

$F_j$  - площадь поперечного сечения оттяжки;

$\sigma_{jot}$  - монтажное напряжение в оттяжках данного яруса при рассматриваемой температуре;

$n_j$  - число оттяжек данного яруса в плане;

$\alpha_j$  - угол наклона хорд оттяжек к стволу.

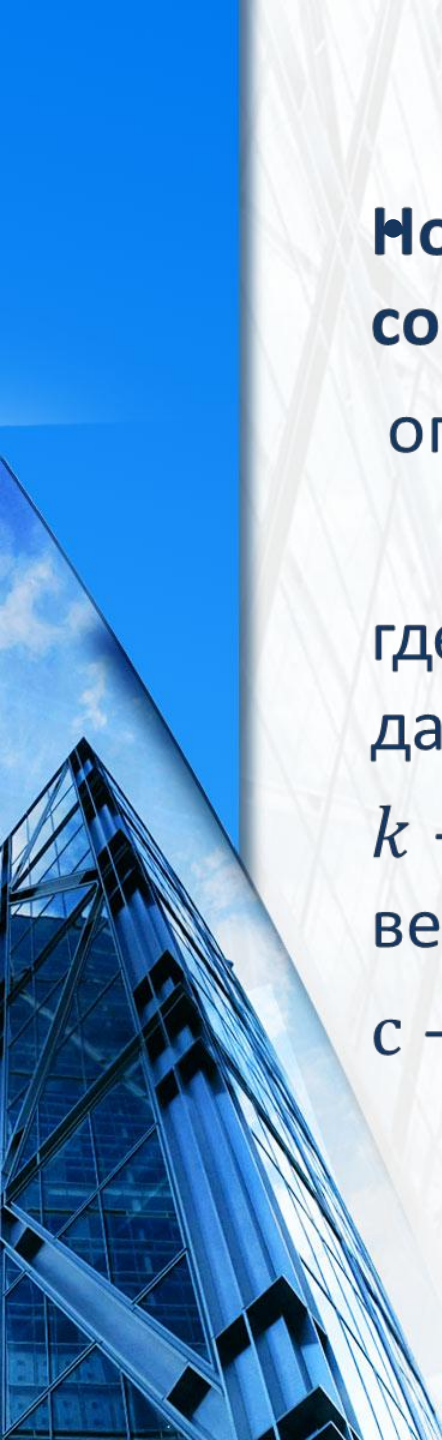


# Ветровая нагрузка

Ветровую нагрузку следует определять как сумму средней  $w_m$  и пульсационной  $w_p$  составляющей.

Нормативная величина ветровой нагрузки:

$$w = w_m + w_p$$



## Нормативная величина средней составляющей ветровой нагрузки

определяется по стандартной формуле:

$$w_m = w_0 \cdot k \cdot c$$

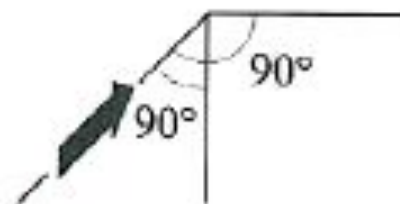
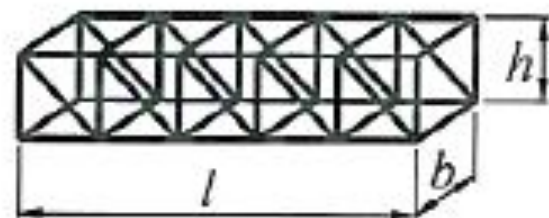
где  $w_0$  — нормативное значение ветрового давления;

$k$  — коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте;

$c$  — аэродинамический коэффициент.



При определении аэродинамического коэффициента решетчатой конструкции  $C_t$  принимается, что направление ветра всегда перпендикулярно грани башни:



$$C_t = C_x \cdot (1 + \eta) \cdot k_1$$

где  $C_x$  — аэродинамический коэффициент отдельно стоящей плоской решетчатой конструкции;

$\eta$  — коэффициент, учитывающий давление ветра на подветренную грань.

$k_1$  — коэффициент, зависящий от контура поперечного сечения и направления ветра.



## Пульсационная составляющая ветровой нагрузки:

$$w_p = m \cdot \xi \cdot y \cdot \psi$$

где  $m$  — масса башни на уровне  $Z$ , отнесенная к площади поверхности, к которой приложена ветровая нагрузка;

$\xi$  — коэффициент динамичности (зависит от линейной частоты колебаний  $f = \omega/2\pi$ );

$y$  — горизонтальное перемещение на уровне  $Z$  по форме собственных колебаний;

$\psi$  — коэффициент.

Круговая частота колебаний:

$$\omega = \sqrt{k/m}$$

где  $k$  и  $m$  — соответственно жесткость и масса.



# Расчет нитей

При загрузке нити сосредоточенными силами расчет можно вести на распределенную эквивалентную нагрузку, которая при числе сосредоточенных сил более трех и равномерном их распределении по пролету может быть определена по формуле

$$g_{\text{ЭКВ}} = \sum \frac{P_i}{l}$$

или во всех случаях

$$g_{\text{ЭКВ}} = \frac{8 \cdot M_{\text{max}}}{l^2}$$

где  $M_{\text{max}}$  - максимальный изгибающий момент, определенный как для однопролетной балки от действия сил  $P_i$ .



Если наклонная нить, имеющая распределенный вес, удовлетворяет условию

$$f_0/l \leq \operatorname{tg}\alpha/160,$$

то ее можно рассчитывать как нить пролетом  $l$  под нагрузкой  $g_0 \sin\alpha$  (пренебрегая касательными составляющими  $g_0 \cos\alpha$ ), так как погрешность в расчете не превышает 5%. При более точных расчетах или невыполнении условия необходимо учитывать касательные составляющие и определять усилия в верхней и нижней точках закрепления наклонной нити оттяжки по формулам:

$$T_A = \sqrt{F^2\sigma_0^2 - F\sigma_0^2g_0h + \frac{g_0^2l^2}{4}} \approx H_0 - \frac{g_0l}{2};$$

$$T_B = \sqrt{F^2\sigma_0^2 + F\sigma_0^2g_0h + \frac{g_0^2l^2}{4}} \approx H_0 + \frac{g_0l}{2};$$

где  $H_0 = \sigma_0 F$ ;  $H_0$  – монтажное усилие в середине оттяжки;  $T_A$  – усилие в оттяжке у точки закрепления к анкеру;  $T_B$  – усилие в оттяжке у точки закрепления к стволу;  $g_0$  – эквивалентный вес 1 м длины оттяжки;  $h = l \cos\alpha$  – расстояние между точками закрепления оттяжки по вертикали;  $l$  – длина оттяжки по хорде.

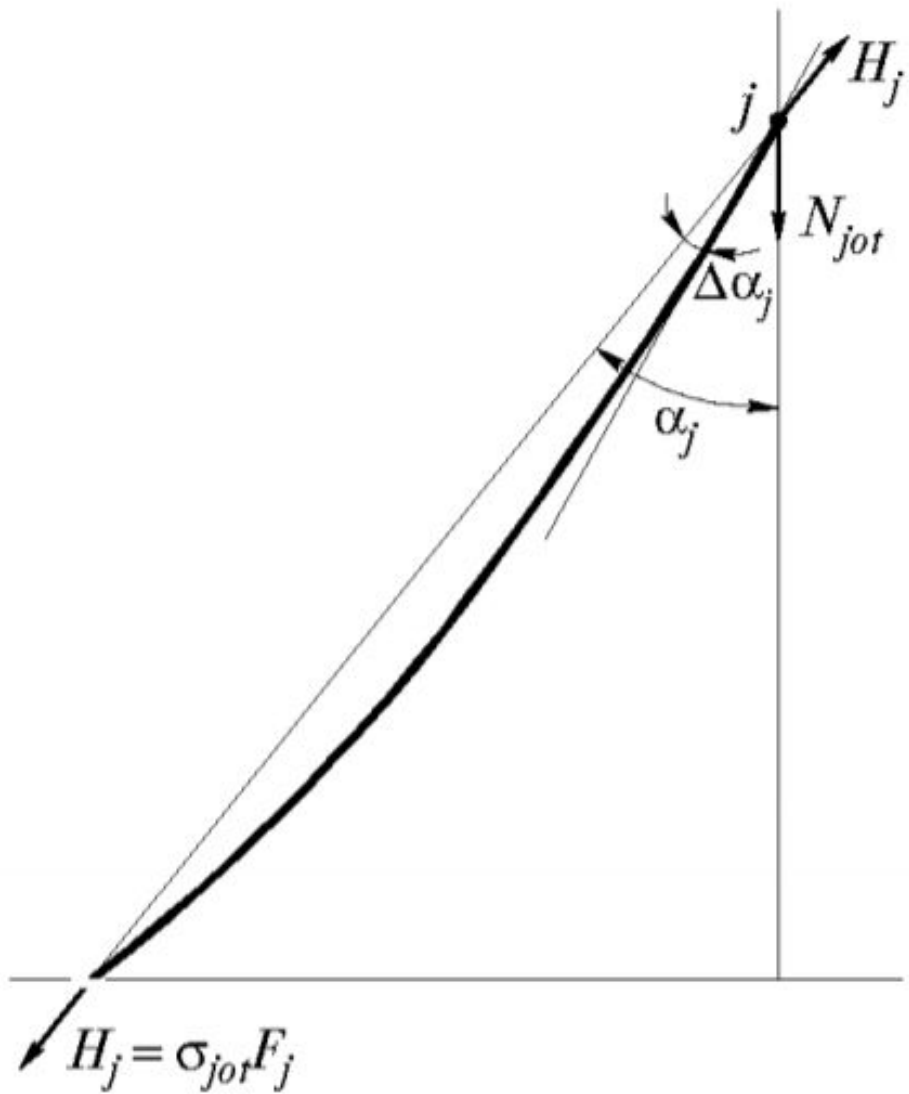
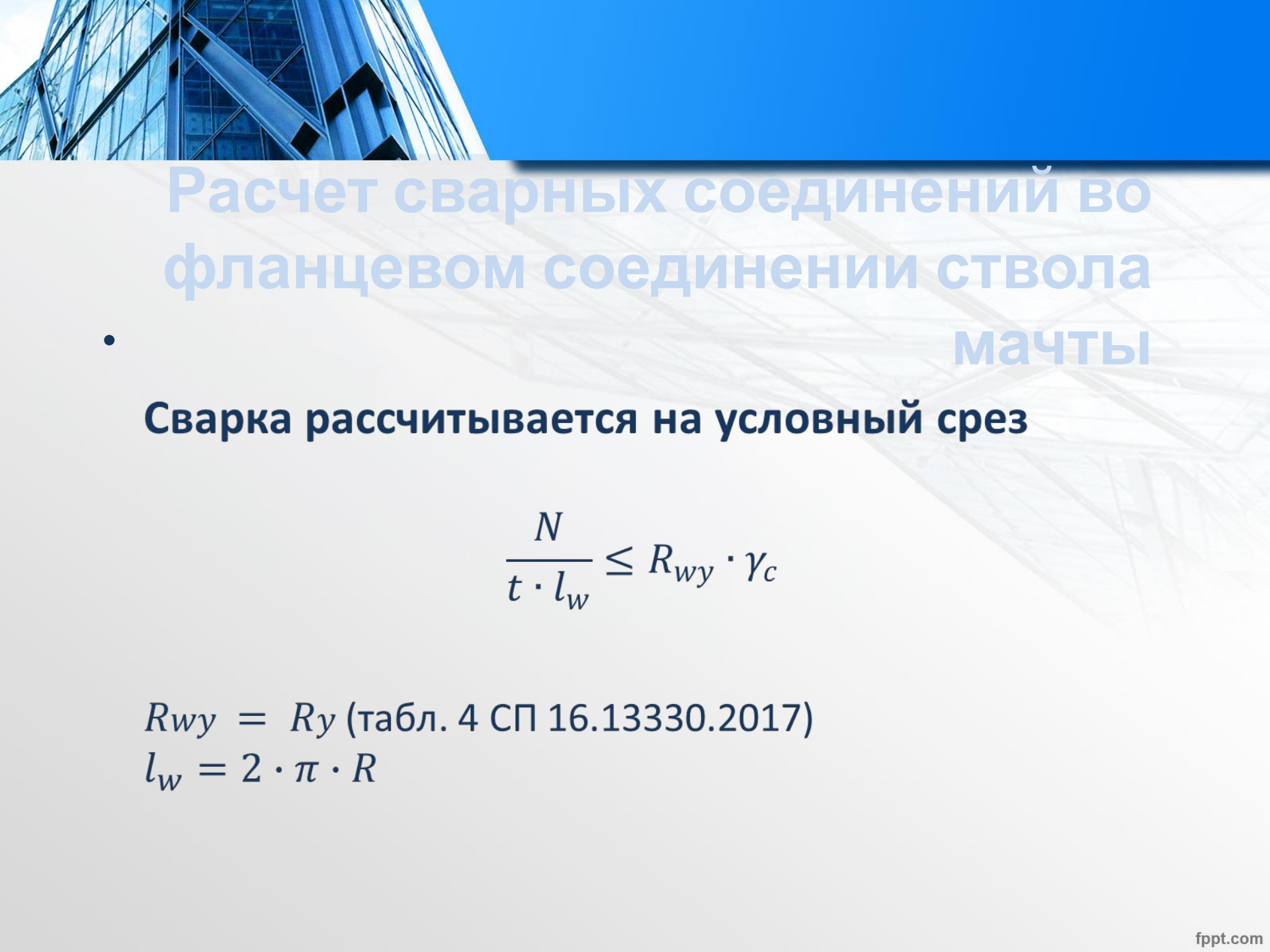


Рис. 1.20. Схема усилий в оттяжке



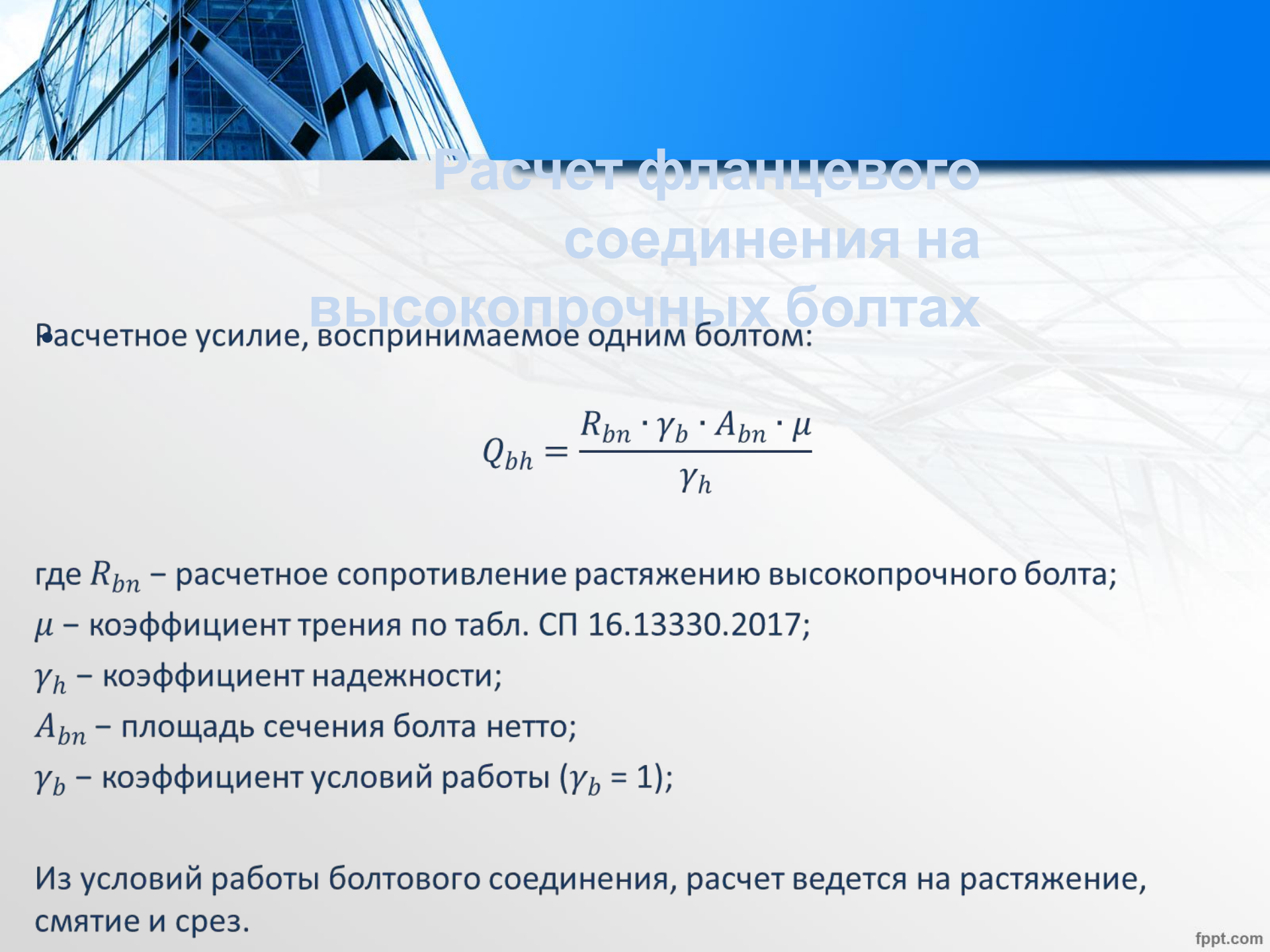
# Расчет сварных соединений во фланцевом соединении ствола мачты

- Сварка рассчитывается на условный срез

$$\frac{N}{t \cdot l_w} \leq R_{wy} \cdot \gamma_c$$

$$R_{wy} = R_y \text{ (табл. 4 СП 16.13330.2017)}$$

$$l_w = 2 \cdot \pi \cdot R$$



# Расчет фланцевого соединения на высокопрочных болтах

Расчетное усилие, воспринимаемое одним болтом:

$$Q_{bh} = \frac{R_{bn} \cdot \gamma_b \cdot A_{bn} \cdot \mu}{\gamma_h}$$

где  $R_{bn}$  – расчетное сопротивление растяжению высокопрочного болта;

$\mu$  – коэффициент трения по табл. СП 16.13330.2017;

$\gamma_h$  – коэффициент надежности;

$A_{bn}$  – площадь сечения болта нетто;

$\gamma_b$  – коэффициент условий работы ( $\gamma_b = 1$ );

Из условий работы болтового соединения, расчет ведется на растяжение, смятие и срез.



# СПРАВОЧНИК ПРОЕКТИРОВЩИКА

С более подробным расчетом АМС вы можете ознакомиться в учебнике «Металлические конструкции», том 3, под редакцией В.В. Кузнецова.

## Металлические конструкции

Том 3

**Стальные сооружения, конструкции из алюминиевых сплавов.  
Реконструкция, обследование, усиление и испытание конструкций зданий и сооружений**

1999

# Упрощенный расчет



Андрей Здержиков 23:12

а я придумал расчет

сечение? брать не меньше такого

