

# 3. ПОДБОР СЕЧЕНИЙ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СПЛОШНОГО СЕЧЕНИЯ

## 3.1 ЦЕНТРАЛЬНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ

$$\sigma = \frac{N}{F_{\text{нт}}} \leq R_p$$

где  $N$  - расчетная продольная сила;

$R_p$  - расчетное сопротивление древесины растяжению вдоль волокон;

$F_{\text{нт}}$  - площадь поперечного сечения элемента нетто.

**Алгоритм расчета:**

**1. Согласно назначению проектируемого элемента принимаем по таблице 3.1 предельную гибкость  $\lambda_{\text{макс}}$**

### Таблица 3.1 - Предельные гибкости элементов конструкций

Наименование элементов конструкций	Предельная гибкость $\lambda_{\text{макс}}$
1. Сжатые пояса, опорные раскосы и опорные стойки ферм, колонны	120
2. Прочие сжатые элементы ферм и других сквозных конструкций	150
3. Сжатые элементы связей	200
4. Растянутые пояса ферм в вертикальной плоскости	150
5. Прочие растянутые элементы ферм и других сквозных конструкций	200
Для опор воздушных линий электропередачи:	
6. Основные элементы (стойки, приставки, опорные раскосы)	150
7. Прочие элементы	175
8. Связи	200

$$\lambda = \frac{l_0}{r} \longrightarrow r = \frac{l_0}{\lambda}$$

**2. Зная длину элемента, способ его закрепления ( $\mu$ ) и предельную гибкость определим требуемый радиус инерции прямоугольного сечения**

$$r = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{bh^3}{12bh}} = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \frac{h}{\sqrt{12}} \approx 0,289h$$

**3. Из условия предельной гибкости определяем  $h$**

$$h = \frac{l_0}{0,289 \cdot \lambda_{\text{макс}}} = 3,464 \cdot \frac{l_0}{\lambda_{\text{макс}}}$$

#### 4. Определяем минимальную требуемую ширину сечения

$$b = \frac{N}{h \cdot R_p}$$

5. Далее увязываем  $b$  и  $h$  с сортаментом на древесину по ГОСТ 24454-86\*Е

### 3.2 ЦЕНТРАЛЬНОЕ СЖАТИЕ

Условие устойчивости сжатых элементов

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F_{рас}} \leq R_c$$



**1. Назначаем ширину сечения  $b$  назначаем либо из условия предельной гибкости  $\lambda_{\text{макс}}$ , либо из условия обеспечения монтажной жесткости согласно справочных данных**

Вид конструкций	Пролет $l$ , м	Ширина сечения $b$ , мм	Вид конструкций	Пролет $l$ , м	Ширина сечения $b$ , мм
Балки, арки, фермы с неразрезным верхним поясом и гнутоклееные рамы	До 18	120	Фермы с разрезным верхним поясом и рамы с зубчатым соединением в карнизном узле	До 15	120
	21-24	140		18-21	140
	27-30	170		24	170
	33-36	210		27-30	210

**2. Находим коэффициент продольного изгиба  $\varphi$  находим по формуле, предполагая что гибкость проектируемого элемента будет  $\lambda > 70$ .**

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{\left(\frac{\sqrt{12} \cdot l_0}{h}\right)^2} = \frac{3000 \cdot h^2}{12 \cdot l_0^2}$$

$$\varphi = 250 \cdot \frac{h^2}{l_0^2}$$

С учетом этого

$$\frac{N}{\varphi F_{\text{рас}}} = \frac{N}{250 \cdot \frac{h^2}{l_0^2} \cdot bh} = \frac{N}{250 \cdot \frac{bh^3}{l_0^2}} \leq R_c$$

### 3. Тогда требуемая высота сечения

$$h = \sqrt[3]{\frac{N \cdot l_0^2}{250 \cdot b \cdot R_c}}$$

4. Далее увязывают размеры с сортаментом и проверяют гибкость. Если гибкость больше 70, то расчет завершен. Если меньше или равно, то пересчитывают коэффициент продольного изгиба и проверяют устойчивость.

### 3.3. ПОПЕРЕЧНЫЙ ИЗГИБ

1. Назначают ширину сечения  $b$  по сортаменту пиломатериалов

Из условия прочности по скалывающим напряжениям



$$\frac{QS'_{бр}}{I_{бр} b_{рас}} = \frac{Q \cdot \frac{bh^2}{8}}{\frac{bh^3}{12} \cdot b} = 1,5 \cdot \frac{Q}{bh} \leq R_{ск}$$

**2. Высота поперечного сечения определяется из условия прочности по скалывающим напряжениям**

$$h = \frac{1,5 \cdot Q}{b \cdot R_{ск}}$$

**и из условия прочности по нормальным напряжениям**

$$\frac{M}{W} = \frac{M}{bh^2} = \frac{6 \cdot M}{bh^2} \leq R_u$$

6

Высота поперечного сечения будет равна из условия прочности по нормальным напряжениям

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot M}{b \cdot R_u}}$$

Из условия недопущения предельных прогибов (например, для балки загруженной равномерно распределенной нагрузкой) без учета деформаций сдвига

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^H \cdot l^3}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^H \cdot l^3}{E \cdot \frac{bh^3}{12}} = \frac{q^H \cdot l^3}{6,4 \cdot E \cdot bh^3} \leq \left[ \frac{f}{l} \right]$$

### 3. Высота поперечного сечения из условия недопущения предельных прогибов

$$h = l \cdot \sqrt[3]{\frac{q^n}{6,4 \cdot b \cdot E \cdot \left[\frac{f}{l}\right]}}$$

4. Принимают наибольшую высоту сечения  $h$  из трех рассчитанных и увязывают с сортаментом.

5. Затем проверяют устойчивость плоской формы деформирования и прогиб с учетом сдвига.

$$\frac{M}{\varphi_M W_{бр}} \leq R_{и}$$

$$f = f_0 \left[ 1 + c \left( \frac{h}{l} \right)^2 \right]$$

### 3.4. КОСОЙ ИЗГИБ

1. Из условия прочности по нормальным напряжениям находим ширину сечения

$$b = 1,8173 \sqrt{\frac{M_x \cdot ctg \alpha + M_y}{R_{И} \cdot ctg^2 \alpha}}$$

2. Далее находят  $h$ , увязывают размеры с сортаментом и проверяют прогиб.

$$h = b \cdot ctg\alpha$$

### 3. 5. ВНЕЦЕНТРЕННОЕ РАСТЯЖЕНИЕ И РАСТЯЖЕНИЕ С ИЗГИБОМ

1. Назначают ширину сечения  $b$  по сортаменту пиломатериалов.

Из условия прочности по нормальным напряжениям

$$\frac{N}{F_{расч}} + \frac{MR_p}{W_{расч}R_{и}} = \frac{N}{bh} + \frac{6 \cdot M \cdot R_p}{R_u \cdot bh^2} \leq R_p$$

2. Далее находят  $h$ , увязывают размеры с сортаментом и проверяют прогиб.

$$h = \frac{R_u \cdot N \pm \sqrt{(R_u \cdot N)^2 + 24 \cdot b \cdot R_p^2 \cdot R_u \cdot M}}{12 \cdot M \cdot R_p}$$

### 3.6 ВНЕЦЕНТРЕННОЕ СЖАТИЕ И СЖАТИЕ С ИЗГИБОМ

Условие прочности по нормальным напряжениям:

$$\frac{N}{F_{\text{расч}}} + \frac{M_{\text{д}}}{W_{\text{расч}}} = \frac{N}{bh} + \frac{6 \cdot M}{\xi \cdot bh^2} \leq R_c$$

Как правило коэффициент находится в пределах

$$\xi = 0,6 \div 0,8$$

1. Назначают ***b***. Далее находят ***h***, увязывают размеры с сортаментом и проверяют прогиб.

$$h = \frac{N \pm \sqrt{N^2 + 40 \cdot b \cdot R_c \cdot M}}{2 \cdot b \cdot R_c}$$

2. Далее увязывают размеры с сортаментом и выполняют все проверки.