

**Проверка сечения - Совместное действие изгиба и осевого сжатия****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Сечение:

Тип сечения: прямоугольное  
 Ширина  $b = 120$  мм  
 Высота  $h = 200$  мм

Материал:

Древесина цельная мягких пород **C24** по СТБ EN 338-2011

Нагрузки:

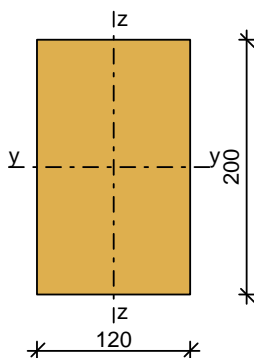
Расчетное сжимающее усилие  $N_{c,d} = 30,50$  кН  
 Расчетный изгибающий момент  $M_{y,d} = 5,12$  кНм  
 Расчетный изгибающий момент  $M_{z,d} = 2,04$  кНм  
 Класс воздействия нагрузки: длительная  
 Расчетная длина  $l_{ey} = 4,80$  м  
 Расчетная длина  $l_{ez} = 2,40$  м  
 Предельная гибкость  $\lambda_{lim} = 150$   
 Эффективная длина при поперечном кручении  $l_{ef} = 2,40$  м

**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)  
 Расчетная ситуация: постоянная  
 Класс эксплуатации конструкции: 2

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-1:**

$A = 240$  см<sup>2</sup>  
 $W_y = 800$  см<sup>3</sup>  
 $W_z = 480$  см<sup>3</sup>  
 $J_y = 8000$  см<sup>4</sup>  
 $J_z = 2880$  см<sup>4</sup>  
 $m = 8,40$  кг/м

Расчетные значения прочности древесины:

$f_{c,0,k} = 21,00$  МПа;  $f_{m,k} = 24,00$  МПа  
 $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,70$ ;  $k_{h,z} = 1,046$   
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 11,31$  МПа  
 $f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 12,92$  МПа  
 $f_{m,z,d} = k_{h,z} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 13,51$  МПа  
 $E_{0,05} = 7,40$  ГПа;  $G_{0,05} = 0,46$  ГПа

Совместное действие изгиба и осевого сжатия:

$N_{c,d} = 30,50$  кН,  $\sigma_{c,0,d} = 1,27$  МПа  
 $M_{y,d} = 5,12$  кНм,  $\sigma_{m,y,d} = 6,40$  МПа  
 $M_{z,d} = 2,04$  кНм,  $\sigma_{m,z,d} = 4,25$  МПа

Условие несущей способности сечения:

$k_m = 0,7$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,013 + 0,495 + 0,220 = 0,728 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,013 + 0,347 + 0,315 = 0,674 < 1$$

Условие гибкости элемента:

$\lambda_y = 83,14 < \lambda_{lim} = 150$  (55,4%)  
 $\lambda_z = 69,28 < \lambda_{lim} = 150$  (46,2%)

Условие устойчивости элемента:

- потеря устойчивости

$$k_{c,y} = 0,422; \quad k_{c,z} = 0,562$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,266 + 0,495 + 0,220 = 0,982 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,200 + 0,347 + 0,315 = 0,861 < 1$$

- потеря устойчивости плоской формы изгиба (поперечное кручение)

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d})^2 = 0,266 + 0,495 + 0,099 = 0,861 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,200 + 0,245 + 0,315 = 0,760 < 1$$

**Проверка сечения - Сдвиг****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Сечение:

Тип сечения: круглое тесаное с двух сторон  
 Диаметр  $d = 300$  мм  
 Размер стеса  $c = 20$  мм

Материал:

Древесина цельная мягких пород **C27** по СТБ EN 338-2011

Нагрузки:

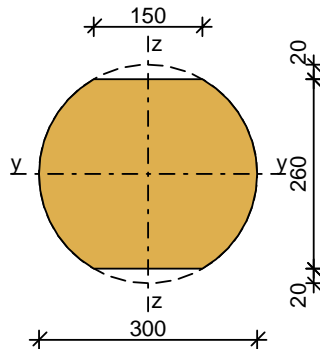
Расчетное поперечное усилие  $V_{z,d} = 15,00$  кН  
 Расчетное поперечное усилие  $V_{y,d} = 75,00$  кН  
 Класс воздействия нагрузки: кратковременная

**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)  
 Расчетная ситуация: постоянная  
 Класс эксплуатации конструкции: 2  
 Не учтено влияние возможных трещин на прочность при сдвиге изгибаемых элементов

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-1:**

$A = 666$  см<sup>2</sup>  
 $W_y = 2468$  см<sup>3</sup>  
 $W_z = 2615$  см<sup>3</sup>  
 $J_y = 32088$  см<sup>4</sup>  
 $J_z = 39226$  см<sup>4</sup>  
 $m = 24,7$  кг/м

Расчетные значения прочности древесины:

$f_{v,k} = 2,80$  МПа  
 $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,90$   
 $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,94$  МПа

Сдвиг:

$k_{cr} = 1,0$   
 $V_{z,d} = 15,00$  кН  
 $S_y = 1969,47$  см<sup>3</sup>;  $J_y = 32087,91$  см<sup>4</sup>;  $b_y = 299,98$  мм  
 $\tau_{z,d} = V_{z,d} \cdot S_y / [J_y \cdot (k_{cr} \cdot b_y)] = 0,31$  МПа  
 $V_{y,d} = 75,00$  кН  
 $S_z = 2187,47$  см<sup>3</sup>;  $J_z = 39225,67$  см<sup>4</sup>;  $b_z = 260,00$  мм  
 $\tau_{y,d} = V_{y,d} \cdot S_z / [J_z \cdot (k_{cr} \cdot b_z)] = 1,61$  МПа

Условие несущей способности:

$$(\tau_{z,d} / f_{v,d})^2 + (\tau_{y,d} / f_{v,d})^2 = 0,025 + 0,689 = 0,714 < 1$$

**Деревянные конструкции - Балки с подрезкой у опоры****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Геометрия:

Балка с опиранием на крайнюю опору:

- подрезка на грани со стороны опоры
- эффективная высота сечения  $h_e = 100$  мм
- расстояние от точки приложения реакции опоры до угла скоса подрезки  $x = 80$  мм
- длина скоса  $a = 120$  мм

Сечение:

Тип сечения: прямоугольное

Ширина  $b = 100$  ммВысота  $h = 160$  ммМатериал:Древесина цельная мягких пород **C20** по СТБ EN 338-2011Нагрузки:Расчетное поперечное усилие  $V_{z,d} = 4,17$  кН

Класс воздействия нагрузки: постоянная

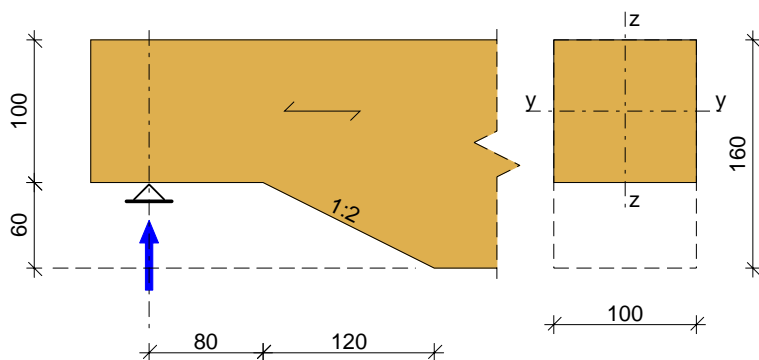
**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)

Расчетная ситуация: постоянная

Класс эксплуатации конструкции: 2

Не учтено влияние возможных трещин на прочность при сдвиге изгибаемых элементов

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-1:**Расчетные значения прочности древесины:

$$f_{v,k} = 2,20 \text{ МПа}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,60$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,02 \text{ МПа}$$

Сдвиг:

$$k_{cr} = 1,0$$

$$V_{z,d} = 4,17 \text{ кН}$$

$$S_y = 125,00 \text{ см}^3; J_y = 833,33 \text{ см}^4; b_y = 100,00 \text{ мм}$$

$$T_{z,d} = V_{z,d} \cdot S_y / [J_y \cdot (k_{cr} \cdot b_y)] = 0,63 \text{ МПа}$$

$$k_v = 0,533$$

Условие несущей способности:

$$T_{z,d} = 0,63 \text{ МПа} < k_v \cdot f_{v,d} = 0,54 \text{ МПа} \quad (115,6\%) \quad (!!!)$$

## Балка Деревянные конструкции - Балка

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

#### Геометрия:

Двухпролетная балка  
 Длина пролета  $l = 6,00$  м  
 Ширина опор  $b_p = 350$  мм

#### Сечение:

Тип сечения: прямоугольное  
 Ширина  $b = 200$  мм  
 Высота  $h = 450$  мм

#### Материал:

Древесина клееная многослойная однородная **GL32h** по СТБ EN 1194-2011

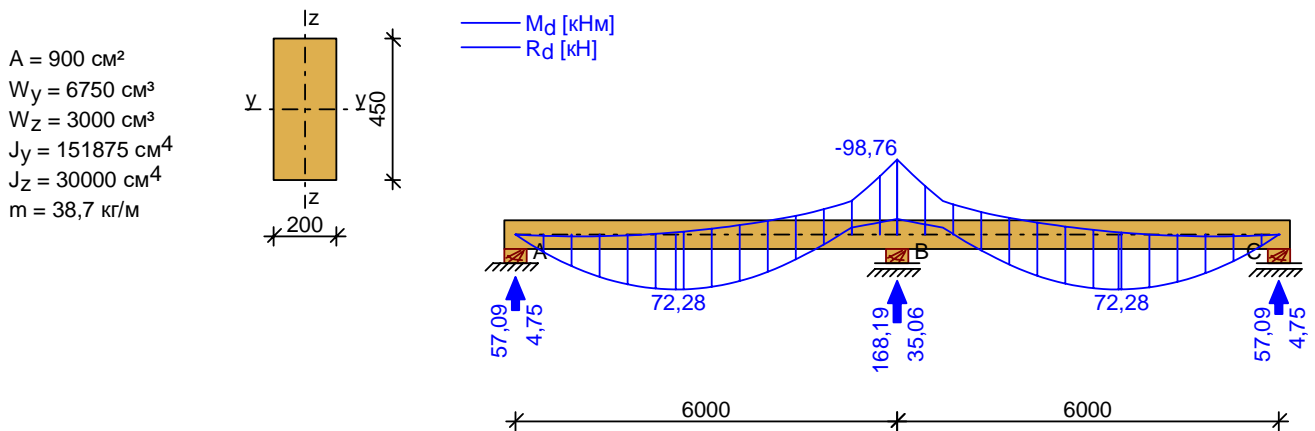
#### Нагрузки:

Ширина грузовой полосы  $a = 1,00$  м  
 Постоянная нагрузка  $g_k = 4,32$  кН/м<sup>2</sup>  
 Учтен собственный вес  
 Переменная нагрузка  $q_k = 10,80$  кН/м<sup>2</sup>;  $\psi_2 = 0,30$   
 Класс воздействия переменной нагрузки: среднесрочная  
 Точка приложения нагрузки: на верхней поверхности

### ПРЕДПОСЫЛКИ:

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)  
 Расчетная ситуация: постоянная  
 Класс эксплуатации конструкции: 1  
 Учтено влияние поперечных усилий на перемещения

### РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-1:



#### Свойства древесных материалов:

$f_{c,90,k} = 3,30$  МПа;  $f_{m,k} = 32,00$  МПа;  $f_{v,k} = 3,80$  МПа  
 $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{h,y} = 1,029$   
 $E_{0,mean} = 13,70$  ГПа;  $E_{0,05} = 11,10$  ГПа;  $G_{0,05} = 0,54$  ГПа  
 $\rho_k = 430,0$  кг/м<sup>3</sup>

#### Изгиб:

Решающее сочетание: **K3**:  $1,35 \cdot \text{постоянная} + (1,5 \cdot 1,0 \cdot \text{переменная A-B} + 1,5 \cdot 1,0 \cdot \text{переменная B-C})$   
 $k_{mod} = 0,80$ ;  $f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 20,27$  МПа  
 $M_d = -98,76$  кНм;  $\sigma_{m,y,d} = 14,63$  МПа  
 $\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,722 < 1$

#### Условие устойчивости - потеря плоской формы изгиба (поперечное кручение):

$M_d = -98,76$  кНм,  $\sigma_{m,y,d} = 14,63$  МПа  
 $l_{ef} = 5,40$  м,  $k_{crit} = 1,000$   
 $\sigma_{m,y,d} = 14,63$  МПа  $< k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 20,27$  МПа (72,2%)

Сдвиг:

Решающее сочетание: **K3**: 1,35·постоянная+(1,5·1,0·переменная А-В+1,5·1,0·переменная В-С)

$k_{mod} = 0,80$ ;  $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,34$  МПа

$V_{z,d} = -84,09$  кН;  $S_y = 5062,50$  см<sup>3</sup>;  $k_{cr} = 0,67$

$T_{z,d} = V_{z,d} \cdot S_y / (J_y \cdot k_{cr} \cdot b) = 2,09$  МПа

$T_{z,d} = 2,09$  МПа <  $f_{v,d} = 2,34$  МПа (89,5%)

Смятие на опоре:

Решающее сочетание: **K3**: 1,35·постоянная+(1,5·1,0·переменная А-В+1,5·1,0·переменная В-С)

$k_{mod} = 0,80$ ;  $f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 2,03$  МПа

$R_d = R_{B,d} = 168,19$  кН;  $k_{c,90} = 1,00$

$\sigma_{c,90,d} = R_d / (b \cdot b_p) = 2,40$  МПа >  $k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 2,03$  МПа (118,3%) (!!!)

Мгновенный прогиб:

Решающее сочетание: **K20**: постоянная+переменная В-С

$w_{inst} = 8,93$  мм <  $w_{inst,lim} = 6000 / 350 = 17,1$  мм (52,1%)

Конечный прогиб:

Решающее сочетание: **K24**: 1,6·постоянная+1,18·переменная В-С

$k_{def} = 0,60$

$w_{fin} = 11,37$  мм <  $w_{fin,lim} = 6000 / 350 = 17,1$  мм (66,3%)

**Деревянные конструкции - Стойка****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Геометрия:

Высота стойки  $l_{col} = 3,00$  м  
 Коэффициенты расчетной длины:  
 - относительно оси y  $\mu_y = 1,00$   
 - относительно оси z  $\mu_z = 1,00$   
 Предельная гибкость  $\lambda_{lim} = 120$

Сечение:

Тип сечения: круглое  
 Диаметр  $d = 150$  мм

Материал:

Древесина цельная мягких пород **C18** по СТБ EN 338-2011

Нагрузки:

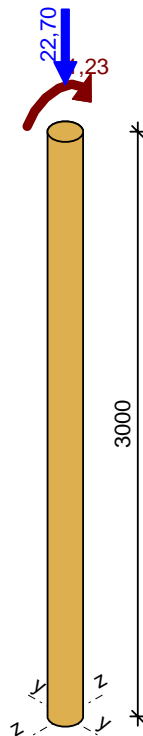
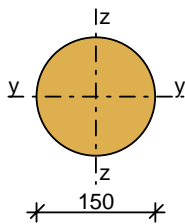
Расчетное сжимающее усилие	$N_{c,d} = 22,70$ кН
Расчетный изгибающий момент	$M_{y,d} = 1,23$ кНм
Расчетный изгибающий момент	$M_{z,d} = 0,00$ кНм
Класс воздействия нагрузки:	среднесрочная
Точка приложения нагрузки:	по центру тяжести

**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)  
 Класс эксплуатации конструкции: 3  
 Конструктивная система обеспечивающая перераспределение нагрузок  $\rightarrow k_{sys} = 1,10$

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-1:**

$A = 177$  см<sup>2</sup>  
 $W_y = 331$  см<sup>3</sup>  
 $W_z = 331$  см<sup>3</sup>  
 $J_y = 2485$  см<sup>4</sup>  
 $J_z = 2485$  см<sup>4</sup>  
 $m = 5,65$  кг/м

Расчетные значения прочности древесины:

$f_{c,0,k} = 18,00$  МПа;  $f_{m,k} = 18,00$  МПа  
 $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,65$ ;  $k_{sys} = 1,10$   
 $f_{c,0,d} = k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M) = 9,90$  МПа  
 $f_{m,y,d} = k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 9,90$  МПа  
 $E_{0,05} = 6,00$  ГПа;  $G_{0,05} = 0,38$  ГПа

Совместное действие изгиба и осевого сжатия:

$$N_{c,d} = 22,70 \text{ кН}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,28 \text{ МПа}$$

$$M_{y,d} = 1,23 \text{ кНм}, \quad \sigma_{m,y,d} = 3,71 \text{ МПа}$$

Условие несущей способности сечения:

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,017 + 0,375 = 0,392 < 1$$

Условие гибкости элемента:

$$\lambda_y = 80,00 < \lambda_{lim} = 120 \quad (66,7\%)$$

$$\lambda_z = 80,00 < \lambda_{lim} = 120 \quad (66,7\%)$$

Условие устойчивости элемента:

- потеря устойчивости

$$k_{c,y} = 0,429; \quad k_{c,z} = 0,429; \quad k_m = 1,0$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,302 + 0,375 = 0,677 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,302 + 0,375 = 0,677 < 1$$

- потеря устойчивости плоской формы изгиба (поперечное кручение)

элемент квадратного/круглого сечения не подвержен поперечному кручению



**Ряд нагелей нагруженных в поперечном направлении размещенных параллельно волокнам****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Характеристика соединения:

Крепежная деталь нагруженная в поперечном направлении в односрезном соединении древесины с древесиной

Деревянный элемент "1":

Древесина цельная мягких пород **C24** по СТБ EN 338-2011

→  $f_{t,0,k} = 14$  МПа,  $f_{c,0,k} = 21$  МПа,  $f_{m,k} = 24$  МПа,  $f_{v,k} = 2,5$  МПа,  $E_{0,mean} = 11$  ГПа,  $\rho_k = 350$  кг/м<sup>3</sup>

Древесина подверженная раскалыванию: нет

Толщина деревянного элемента  $t_1 = 40$  мм

Угол между приложенным усилием и волокнами древесины  $\alpha_1 = 0,0^\circ$

Деревянный элемент "2":

Древесина цельная мягких пород **C24** по СТБ EN 338-2011

→  $f_{t,0,k} = 14$  МПа,  $f_{c,0,k} = 21$  МПа,  $f_{m,k} = 24$  МПа,  $f_{v,k} = 2,5$  МПа,  $E_{0,mean} = 11$  ГПа,  $\rho_k = 350$  кг/м<sup>3</sup>

Древесина подверженная раскалыванию: нет

Толщина деревянного элемента  $t_2 = 60$  мм

Угол между приложенным усилием и волокнами древесины  $\alpha_2 = 30,0^\circ$

Крепеж:

Гвоздь с кольцевой нарезкой 4,0x90 мм

Диаметр шляпки (головки)  $d_h = 7,5$  мм

Длина профилированной части  $l_g = 70,0$  мм

Характеристический момент пластической деформации  $M_{y,Rk} = 6050$  Нмм

Характеристическое значение прочности на выдергивание поперек волокон  $f_{ax,k} = 8,68$

Н/мм<sup>2</sup>

Характеристическое значение прочности крепежной детали на продергивание шляпки  $f_{head,k} =$

15,80 Н/мм<sup>2</sup>

Гвоздь забитый в предварительно просверленное отверстие

Количество крепежных деталей размещенных в ряду вдоль волокон  $n = 4$

Шаг крепежа вдоль волокон для элемента "1"  $a_{1,1} = 45$  мм

Шаг крепежа вдоль волокон для элемента "2"  $a_{1,2} = 45$  мм

Нагрузки:

Расчетное усилие на ряд крепежных деталей  $F_{v,Ed} = 3,20$  кН

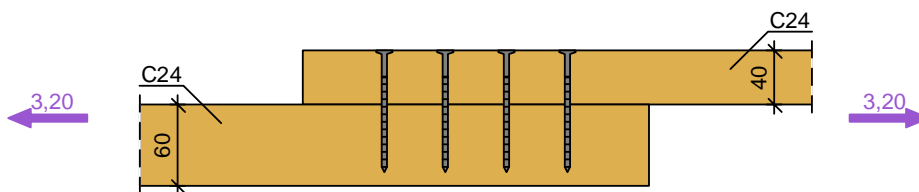
Класс воздействия нагрузки: среднесрочная

**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)

Класс эксплуатации конструкции: 2

Учен эффект нити для несущей способности поперечно нагруженных крепежных деталей

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-1:**Расчетная несущая способность крепежной детали по одной плоскости среза:

$F_{v,Rk} = 1,55$  кН

$\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,80$

$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_M = 0,95$  кН

Расчетное значение эффективной несущей способности (по каждой из плоскостей среза) 4 ряда крепежных деталей размещенных вдоль волокон:

$n_{ef} = 3,47$

$F_{v,ef,Rd} = n_{ef} \cdot F_{v,Rd} = 3,31$  кН

Условие несущей способности 4 крепежных деталей размещенных в ряду:

$F_{v,Ed} = 3,20$  кН <  $F_{v,ef,Rd} = 3,31$  кН (96,7%)

**Ряд нагелей нагруженных в поперечном направлении размещенных параллельно волокнам****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Характеристика соединения:

Крепежная деталь нагруженная в поперечном направлении в двухсрезном соединении стальных пластин и деревянного элемента между ними

Деревянный элемент "1":

Древесина клееная многослойная комбинированная **GL24c** по СТБ EN 1194-2011

→  $f_{t,0,g,k} = 14$  МПа,  $f_{c,0,g,k} = 21$  МПа,  $f_{m,g,k} = 24$  МПа,  $f_{v,g,k} = 2,2$  МПа,  $E_{0,g,mean} = 11,6$  ГПа,  $\rho_{g,k} = 350$  кг/м<sup>3</sup>

Толщина деревянного элемента  $t_1 = 150$  мм

Угол между приложенным усилием и волокнами древесины  $\alpha_1 = 25,0^\circ$

Стальная пластина:

Толщина стальной пластины  $t_s = 12$  мм

Крепеж:

Болт M20 кл.4.6

Круглая шайба 2,0x20 мм

Количество крепежных деталей размещенных в ряду вдоль волокон  $n = 3$

Шаг крепежа вдоль волокон для элемента "1"  $a_{1,1} = 100$  мм

Нагрузки:

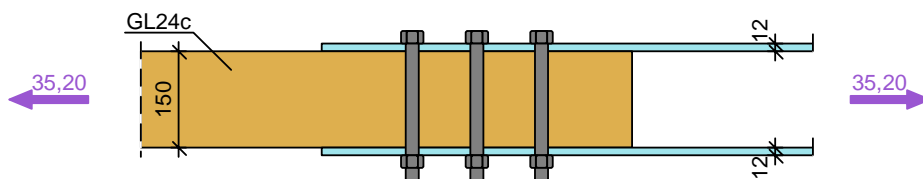
Расчетное усилие на ряд крепежных деталей  $F_{v,Ed} = 35,20$  кН

Класс воздействия нагрузки: длительная

**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)

Класс эксплуатации конструкции: 1

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-1:**Расчетная несущая способность крепежной детали по одной плоскости среза:

$$F_{v,Rk} = 19,22 \text{ кН}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,70$$

$$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_M = 10,35 \text{ кН}$$

Расчетное значение эффективной несущей способности (по каждой из плоскостей среза) 3-х рядов крепежных деталей размещенных вдоль волокон:

$$n_{ef} = 2,36$$

$$F_{v,ef,Rd} = n_{ef} \cdot F_{v,Rd} = 24,45 \text{ кН}$$

Условие несущей способности 3 крепежных деталей размещенных в ряду:

$$F_{v,Ed} = 35,20 \text{ кН} < 2 \cdot F_{v,ef,Rd} = 48,90 \text{ кН} \quad (72,0\%)$$

**Внимание:**

- 1) Для группы крепежных деталей в соединении стальной пластины с деревянным элементом, следует проверять условие сдвига блока по Приложению А нормы EN 1995-1-1.
- 2) Также следует проверить несущую способность стальной пластины.

**Крепеж нагельный нагруженный осевой нагрузкой****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Характеристика соединения:

Крепежная деталь нагруженная по оси в соединении древесины с древесиной

Деревянный элемент "1":Древесина цельная мягких пород **C18** по СТБ EN 338-2011→  $f_{t,0,k} = 11$  МПа,  $f_{c,0,k} = 18$  МПа,  $f_{m,k} = 18$  МПа,  $f_{v,k} = 2$  МПа,  $E_{0,mean} = 9$  ГПа,  $\rho_k = 320$  кг/м<sup>3</sup>

Древесина подверженная раскалыванию: Да

Древесина с влажностью в пределах или рядом с точкой насыщения волокон, которая может высохнуть под нагрузкой

Толщина деревянного элемента  $t_1 = 80$  ммДеревянный элемент "2":Древесина цельная мягких пород **C24** по СТБ EN 338-2011→  $f_{t,0,k} = 14$  МПа,  $f_{c,0,k} = 21$  МПа,  $f_{m,k} = 24$  МПа,  $f_{v,k} = 2,5$  МПа,  $E_{0,mean} = 11$  ГПа,  $\rho_k = 350$  кг/м<sup>3</sup>

Древесина подверженная раскалыванию: нет

Древесина с влажностью в пределах или рядом с точкой насыщения волокон, которая может высохнуть под нагрузкой

Толщина деревянного элемента  $t_2 = 20$  ммКрепеж:

Шуруп с потайной головкой 6x70 мм

Диаметр шляпки (головки)  $d_h = 9,0$  ммВнутренний диаметр резьбы  $d_1 = 5,2$  ммДлина резьбовой части  $l_g = 40,0$  мм

Шуруп ввинченный в предварительно просверленное отверстие

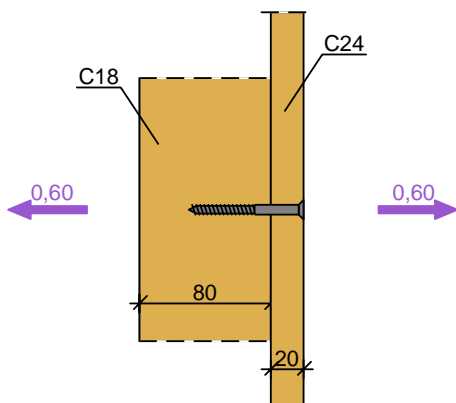
Характеристическое значение прочности на выдергивание поперек волокон  $f_{ax,k} = 8,48$ Н/мм<sup>2</sup>Характеристическое значение прочности крепежной детали на продергивание шляпки  $f_{head,k} = 18,32$  Н/мм<sup>2</sup>Характеристическое значение несущей способности шурупа на растяжение  $f_{tens,k} = 15,05$  кНПлотность древесины связанная с прочностью на выдергивание  $f_{ax,k}$   $\rho_a = 420$  кг/м<sup>3</sup>Количество шурупов в соединении  $n = 2$ Нагрузки:Расчетное растягивающее усилие на один крепеж  $F_{ax,Ed} = 0,60$  кН

Класс воздействия нагрузки: кратковременная

**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)

Класс эксплуатации конструкции: 3

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-1:**Расчетное значение несущей способности крепежной детали на выдергивание: $F_{ax,Rk} = 1,20$  кН $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,70$  $F_{ax,Rd} = k_{mod} \cdot F_{ax,Rk} / \gamma_M = 0,64$  кНУсловие несущей способности крепежной детали: $F_{ax,Ed} = 0,60$  кН <  $F_{ax,Rd} = 0,64$  кН (93,1%)

**Анализ при пожаре - Изгиб****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Сечение:

Тип сечения: прямоугольное  
 Ширина  $b = 120$  мм  
 Высота  $h = 260$  мм

Материал:

Древесина цельная мягких пород **C24** по СТБ EN 338-2011

Условия пожара:

Предел огнестойкости R30  
 → Продолжительность воздействия пожара  $t = 30$  мин

Защита элемента от воздействия пожара:

Огнезащита отсутствует, воздействие пожара с 3 сторон

Нагрузки при пожаре:

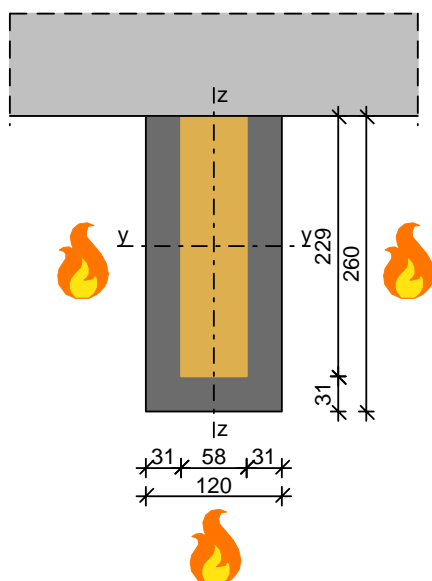
Расчетный изгибающий момент	$M_{y,d,fi} = 17,00$ кНм
Расчетный изгибающий момент	$M_{z,d,fi} = 0,00$ кНм
Эффективная длина при поперечном кручении	$l_{ef} = 3,00$ м

**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)  
 Расчетная ситуация: особая

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-2 / ТКП EN 1995-1-1:**

$A_{fi} = 133$  см<sup>2</sup>  
 $W_{y,fi} = 507$  см<sup>3</sup>  
 $W_{z,fi} = 128$  см<sup>3</sup>  
 $J_{y,fi} = 5804$  см<sup>4</sup>  
 $J_{z,fi} = 372$  см<sup>4</sup>

Эффективная глубина обугливания:

$\beta_n = 0,8$  мм/мин  
 $d_{char,n} = \beta_n \cdot t = 24,0$  мм;  $k_0 = 1$ ;  $d_0 = 7$  мм  
 $d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 31,0$  мм

Расчетные значения прочности древесины при пожаре:

$f_{m,k} = 24,00$  МПа  
 $\gamma_{M,fi} = 1,0$ ;  $k_{mod,fi} = 1,00$ ;  $k_{fi} = 1,25$   
 $f_{m,y,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 30,00$  МПа  
 $E_{0,05} = 7,40$  ГПа;  $G_{0,05} = 0,46$  ГПа

Изгиб:

$$M_{y,d,fi} = 17,00 \text{ кНм}, \quad \sigma_{m,y,d,fi} = 33,54 \text{ МПа}$$

Условие несущей способности сечения:

$$\sigma_{m,y,d,fi}/f_{m,y,d,fi} = 1,118 > 1 \quad (!!!)$$

Условие устойчивости элемента:

- потеря устойчивости плоской формы изгиба (поперечное кручение)

$$k_{crit} = 0,841$$

$$\sigma_{m,y,d,fi} = 33,54 \text{ МПа} > k_{crit} \cdot f_{m,y,d,fi} = 25,22 \text{ МПа} \quad (133,0\%) \quad (!!!)$$

**Анализ при пожаре - Изгиб****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Сечение:

Тип сечения: прямоугольное  
 Ширина  $b = 120$  мм  
 Высота  $h = 260$  мм

Материал:

Древесина цельная мягких пород **C24** по СТБ EN 338-2011

Условия пожара:

Предел огнестойкости R30  
 → Продолжительность воздействия пожара  $t = 30$  мин

Защита элемента от воздействия пожара:

Огнезащита обшивками, воздействие пожара с 3 сторон  
 Обшивка один слой гипсокартонных листов  
 Тип гипсокартонных листов A  
 Толщина листа 15 мм  
 Место стыка с открытым зазором шириной более 2 мм - нет

Нагрузки при пожаре:

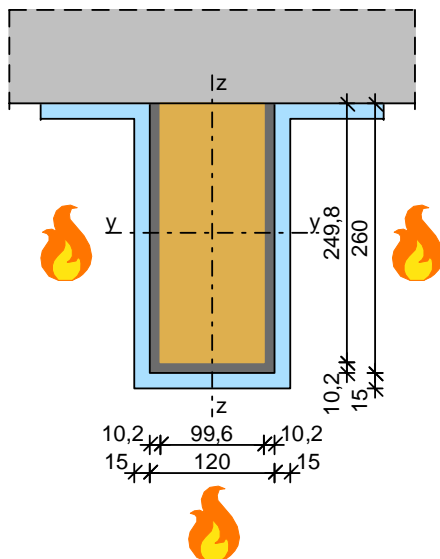
Расчетный изгибающий момент	$M_{y,d,fi} = 17,00$ кНм
Расчетный изгибающий момент	$M_{z,d,fi} = 0,00$ кНм
Эффективная длина при поперечном кручении	$l_{ef} = 3,00$ м

**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)  
 Расчетная ситуация: особая

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-2 / ТКП EN 1995-1-1:**

$A_{fi} = 249$  см<sup>2</sup>  
 $W_{y,fi} = 1036$  см<sup>3</sup>  
 $W_{z,fi} = 413$  см<sup>3</sup>  
 $J_{y,fi} = 12938$  см<sup>4</sup>  
 $J_{z,fi} = 2057$  см<sup>4</sup>

Эффективная глубина обугливания:

$\beta_n = 0,8$  мм/мин;  $t_{ch} = t_f = 28,0$  мин;  $t_a = 43,6$  мин  
 $d_{char,n} = 3,2$  мм;  $k_0 = 1$ ;  $d_0 = 7$  мм  
 $d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 10,2$  мм

Расчетные значения прочности древесины при пожаре:

$f_{m,k} = 24,00$  МПа  
 $\gamma_{M,fi} = 1,0$ ;  $k_{mod,fi} = 1,00$ ;  $k_{fi} = 1,25$   
 $f_{m,y,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 30,00$  МПа  
 $E_{0,05} = 7,40$  ГПа;  $G_{0,05} = 0,46$  ГПа

Изгиб:

$$M_{y,d,fi} = 17,00 \text{ кНм}, \quad \sigma_{m,y,d,fi} = 16,41 \text{ МПа}$$

Условие несущей способности сечения:

$$\sigma_{m,y,d,fi}/f_{m,y,d,fi} = 0,547 < 1$$

Условие устойчивости элемента:

- потеря устойчивости плоской формы изгиба (поперечное кручение)

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d,fi} = 16,41 \text{ МПа} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d,fi} = 30,00 \text{ МПа} \quad (54,7\%)$$

**Анализ при пожаре - Изгиб****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Сечение:

Тип сечения: прямоугольное  
 Ширина  $b = 160$  мм  
 Высота  $h = 250$  мм

Материал:

Древесина клееная многослойная однородная **GL24h** по СТБ EN 1194-2011

Условия пожара:

Продолжительность воздействия пожара  $t = 30$  мин

Защита элемента от воздействия пожара:

Огнезащита отсутствует, воздействие пожара с 3 сторон

Нагрузки при пожаре:

Расчетный изгибающий момент  $M_{y,d,fi} = 178,10$  кНм  
 Расчетный изгибающий момент  $M_{z,d,fi} = 0,00$  кНм  
 Эффективная длина при поперечном кручении  $l_{ef} = 1,50$  м

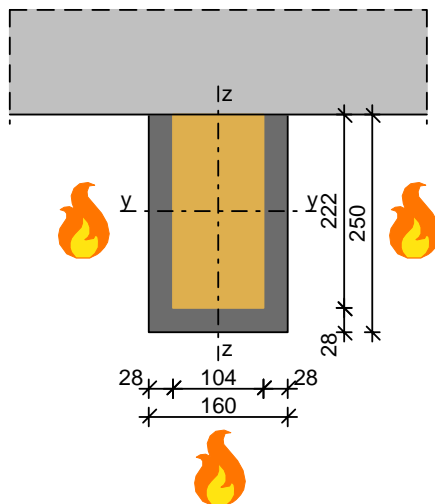
**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)

Расчетная ситуация: особая

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-2 / ТКП EN 1995-1-1:**

$A_{fi} = 231$  см<sup>2</sup>  
 $W_{y,fi} = 854$  см<sup>3</sup>  
 $W_{z,fi} = 400$  см<sup>3</sup>  
 $J_{y,fi} = 9482$  см<sup>4</sup>  
 $J_{z,fi} = 2081$  см<sup>4</sup>

Эффективная глубина обугливания:

$\beta_n = 0,7$  мм/мин  
 $d_{char,n} = \beta_n \cdot t = 21,0$  мм;  $k_0 = 1$ ;  $d_0 = 7$  мм  
 $d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 28,0$  мм

Расчетные значения прочности древесины при пожаре:

$f_{m,k} = 24,00$  МПа  
 $\gamma_{M,fi} = 1,0$ ;  $k_{mod,fi} = 1,00$ ;  $k_{fi} = 1,15$   
 $f_{m,y,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 27,60$  МПа  
 $E_{0,05} = 9,40$  ГПа;  $G_{0,05} = 0,54$  ГПа

Изгиб:

$M_{y,d,fi} = 178,10$  кНм,  $\sigma_{m,y,d,fi} = 208,49$  МПа

Условие несущей способности сечения:

$\sigma_{m,y,d,fi} / f_{m,y,d,fi} = 7,554 > 1$  (!!!)

Условие устойчивости элемента:

- потеря устойчивости плоской формы изгиба (поперечное кручение)

$K_{crit} = 1,000$

$\sigma_{m,y,d,fi} = 208,49$  МПа  $>$   $K_{crit} \cdot f_{m,y,d,fi} = 27,60$  МПа (755,4%) (!!!)



**Анализ при пожаре - Сжатие вдоль волокон****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Сечение:

Тип сечения: прямоугольное  
 Ширина  $b = 160$  мм  
 Высота  $h = 160$  мм

Материал:

Древесина цельная мягких пород **C24** по СТБ EN 338-2011

Условия пожара:

Предел огнестойкости R60  
 → Продолжительность воздействия пожара  $t = 60$  мин

Защита элемента от воздействия пожара:

Огнезащита отсутствует, воздействие пожара с 4 сторон

Нагрузки при пожаре:

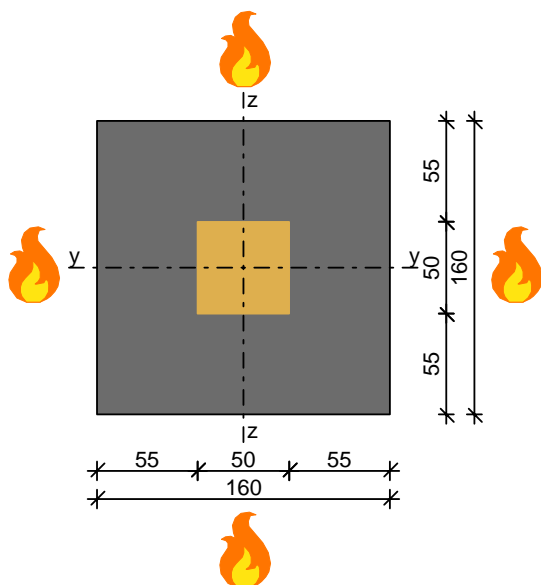
Расчетное сжимающее усилие  $N_{c,d,fi} = 34,00$  кН  
 Расчетная длина  $l_{ey} = 3,00$  м  
 Расчетная длина  $l_{ez} = 3,00$  м

**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)  
 Расчетная ситуация: особая

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-2 / ТКП EN 1995-1-1:**

$A_{fi} = 25,0$  см<sup>2</sup>  
 $W_{y,fi} = 20,8$  см<sup>3</sup>  
 $W_{z,fi} = 20,8$  см<sup>3</sup>  
 $J_{y,fi} = 52,1$  см<sup>4</sup>  
 $J_{z,fi} = 52,1$  см<sup>4</sup>

Эффективная глубина обугливания:

$\beta_n = 0,8$  мм/мин  
 $d_{char,n} = \beta_n \cdot t = 48,0$  мм;  $k_0 = 1$ ;  $d_0 = 7$  мм  
 $d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 55,0$  мм

Расчетные значения прочности древесины при пожаре:

$f_{c,0,k} = 21,00$  МПа  
 $\gamma_{M,fi} = 1,0$ ;  $k_{mod,fi} = 1,00$ ;  $k_{fi} = 1,25$   
 $f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi} = 26,25$  МПа  
 $E_{0,05} = 7,40$  ГПа;  $G_{0,05} = 0,46$  ГПа

Сжатие вдоль волокон:

$$N_{c,d,fi} = 34,00 \text{ кН}$$

Условие несущей способности сечения:

$$\sigma_{c,0,d,fi} = N_{c,d,fi} / A_{fi} = 13,60 \text{ МПа} < f_{c,0,d,fi} = 26,25 \text{ МПа} \quad (51,8\%)$$

Условие устойчивости элемента:

- потеря устойчивости относительно оси y

$$k_{c,y} = 0,076$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d,fi}) = 6,797 > 1 \quad (!!!)$$

- потеря устойчивости относительно оси z

$$k_{c,z} = 0,076$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d,fi}) = 6,797 > 1 \quad (!!!)$$

**Анализ при пожаре - Сжатие вдоль волокон****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Сечение:

Тип сечения: прямоугольное  
 Ширина  $b = 160$  мм  
 Высота  $h = 160$  мм

Материал:

Древесина цельная мягких пород **C24** по СТБ EN 338-2011

Условия пожара:

Предел огнестойкости R60  
 → Продолжительность воздействия пожара  $t = 60$  мин

Защита элемента от воздействия пожара:

Огнезащита обшивками, воздействие пожара с 4 сторон  
 Обшивка два слоя гипсокартонных листов  
 Тип гипсокартонных листов F  
 Толщина наружного листа 15 мм  
 Толщина внутреннего листа 12,5 мм  
 Длина защемленной части крепежа в деревянном элементе 10 мм

Нагрузки при пожаре:

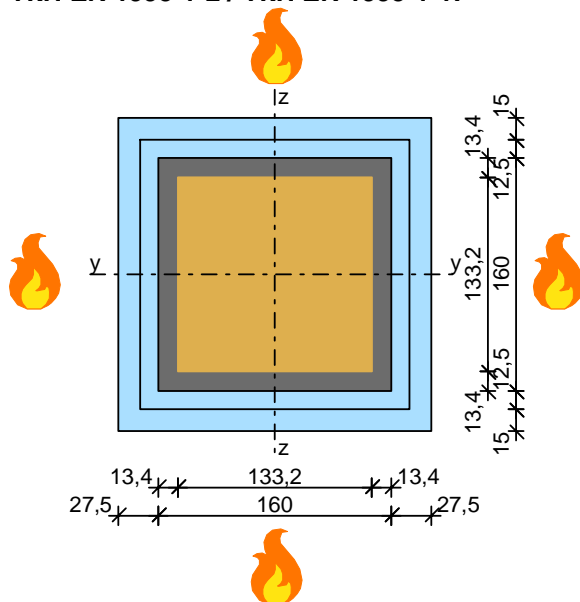
Расчетное сжимающее усилие  $N_{c,d,fi} = 34,00$  кН  
 Расчетная длина  $l_{ey} = 3,00$  м  
 Расчетная длина  $l_{ez} = 3,00$  м

**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)  
 Расчетная ситуация: особая

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-2 / ТКП EN 1995-1-1:**

$A_{fi} = 177$  см<sup>2</sup>  
 $W_{y,fi} = 394$  см<sup>3</sup>  
 $W_{z,fi} = 394$  см<sup>3</sup>  
 $J_{y,fi} = 2623$  см<sup>4</sup>  
 $J_{z,fi} = 2623$  см<sup>4</sup>

Эффективная глубина обугливания:

$\beta_n = 0,8$  мм/мин;  $t_{ch} = t_f = 56,0$  мин;  $t_a = 71,6$  мин  
 $d_{char,n} = 6,4$  мм;  $k_0 = 1$ ;  $d_0 = 7$  мм  
 $d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 13,4$  мм

Расчетные значения прочности древесины при пожаре:

$f_{c,0,k} = 21,00$  МПа  
 $\gamma_{M,fi} = 1,0$ ;  $k_{mod,fi} = 1,00$ ;  $k_{fi} = 1,25$   
 $f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi} = 26,25$  МПа  
 $E_{0,05} = 7,40$  ГПа;  $G_{0,05} = 0,46$  ГПа

Сжатие вдоль волокон:

$$N_{c,d,fi} = 34,00 \text{ кН}$$

Условие несущей способности сечения:

$$\sigma_{c,0,d,fi} = N_{c,d,fi} / A_{fi} = 1,92 \text{ МПа} < f_{c,0,d,fi} = 26,25 \text{ МПа} \quad (7,3\%)$$

Условие устойчивости элемента:

- потеря устойчивости относительно оси y

$$k_{c,y} = 0,468$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d,fi}) = 0,156 < 1$$

- потеря устойчивости относительно оси z

$$k_{c,z} = 0,468$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d,fi}) = 0,156 < 1$$

**Анализ при пожаре - Сжатие вдоль волокон****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Сечение:

Тип сечения: прямоугольное  
 Ширина  $b = 60$  мм  
 Высота  $h = 100$  мм

Материал:

Древесина цельная мягких пород **C20** по СТБ EN 338-2011

Условия пожара:

Продолжительность воздействия пожара  $t = 60$  мин

Защита элемента от воздействия пожара:

Каркасная стена с заполнением пустот теплоизоляцией, воздействие пожара с 1 стороны  
 Расстояние между деревянными элементами  $\leq 625$  мм  
 Изоляция минераловатная плита  
 Обшивка два слоя гипсокартонных листов  
 Тип гипсокартонных листов Н  
 Толщина наружного листа 12,5 мм  
 Толщина внутреннего листа 12,5 мм

Нагрузки при пожаре:

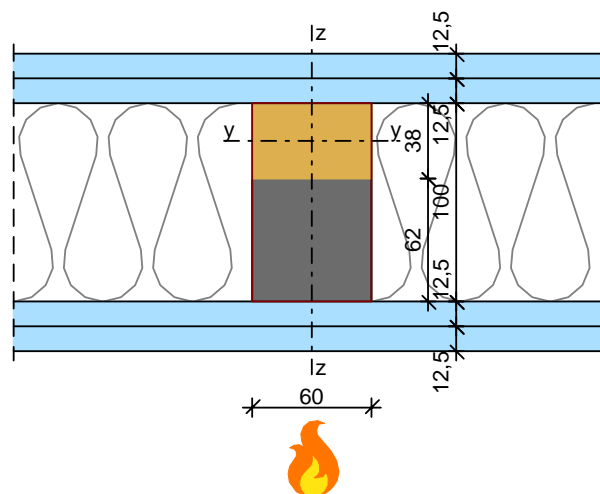
Расчетное сжимающее усилие  $N_{c,d,fi} = 41,58$  кН

**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)  
 Расчетная ситуация: особая

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-2 / ТКП EN 1995-1-1:**

$A_{fi} = 22,8$  см<sup>2</sup>  
 $W_{y,fi} = 14,4$  см<sup>3</sup>  
 $W_{z,fi} = 22,8$  см<sup>3</sup>  
 $J_{y,fi} = 27,4$  см<sup>4</sup>  
 $J_{z,fi} = 68,4$  см<sup>4</sup>

Эффективная глубина обугливания:

$\beta_n = 2,56$  мм/мин для  $t \geq t_f = 38,5$  мин  
 $d_{char,n} = 55,0$  мм;  $k_0 = 1$ ;  $d_0 = 7$  мм  
 $d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 62,0$  мм

Расчетные значения прочности древесины при пожаре:

$f_{c,0,k} = 19,00$  МПа  
 $\gamma_{M,fi} = 1,0$ ;  $k_{mod,fi} = 1,00$ ;  $k_{fi} = 1,25$   
 $f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi} = 23,75$  МПа  
 $E_{0,05} = 6,40$  ГПа;  $G_{0,05} = 0,40$  ГПа

Сжатие вдоль волокон:

$N_{c,d,fi} = 41,58$  кН

Условие несущей способности сечения:

$\sigma_{c,0,d,fi} = N_{c,d,fi} / A_{fi} = 18,25$  МПа  $< f_{c,0,d,fi} = 23,75$  МПа (76,8%)

**Анализ при пожаре - Изгиб****ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**Сечение:

Тип сечения: прямоугольное  
 Ширина  $b = 100$  мм  
 Высота  $h = 200$  мм

Материал:

Древесина цельная мягких пород **C27** по СТБ EN 338-2011

Условия пожара:

Продолжительность воздействия пожара  $t = 30$  мин

Защита элемента от воздействия пожара:

Балочное перекрытие с незаполненными пустотами, воздействие пожара с 2 сторон  
 Расстояние между деревянными элементами  $\leq 400$  мм  
 Обшивка древесные плиты отличные от фанеры  
 Общая толщина всех слоев  $h_p = 25$  мм  
 Плотность обшивки  $\rho_k = 380$  кг/м<sup>3</sup>

Нагрузки при пожаре:

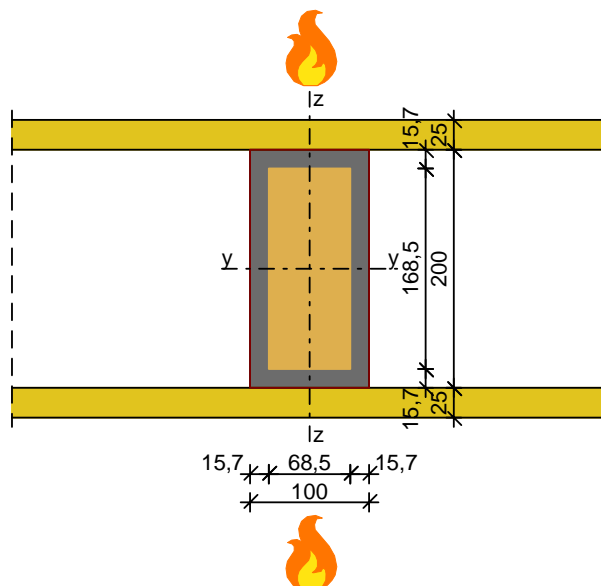
Расчетный изгибающий момент  $M_{y,d,fi} = 10,29$  кНм  
 Расчетный изгибающий момент  $M_{z,d,fi} = 0,00$  кНм  
 Эффективная длина при поперечном кручении  $l_{ef} = 2,70$  м

**ПРЕДПОСЫЛКИ:**

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)  
 Расчетная ситуация: особая

**РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1995-1-2 / ТКП EN 1995-1-1:**

$A_{fi} = 115$  см<sup>2</sup>  
 $W_{y,fi} = 324$  см<sup>3</sup>  
 $W_{z,fi} = 132$  см<sup>3</sup>  
 $J_{y,fi} = 2733$  см<sup>4</sup>  
 $J_{z,fi} = 452$  см<sup>4</sup>

Эффективная глубина обугливания поверхностей со стороны воздействия огня:

$\beta_n = 0,8$  мм/мин;  $t_{ch} = t_f = 24,5$  мин;  $t_a = 40,2$  мин  
 $d_{char,n} = 8,7$  мм;  $k_0 = 1$ ;  $d_0 = 7$  мм  
 $d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 15,7$  мм

Эффективная глубина обугливания боковых поверхностей:

$\beta_n = 0,8$  мм/мин;  $t_{ch} = t_f = 24,5$  мин;  $t_a = 40,2$  мин  
 $d_{char,n} = 8,7$  мм;  $k_0 = 0$ ;  $d_0 = 7$  мм  
 $d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 15,7$  мм

Расчетные значения прочности древесины при пожаре:

$$f_{m,k} = 27,00 \text{ МПа}$$

$$\gamma_{M,fi} = 1,0; k_{mod,fi} = 1,00; k_{fi} = 1,25$$

$$f_{m,y,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi} = 33,75 \text{ МПа}$$

$$E_{0,05} = 7,70 \text{ ГПа}; G_{0,05} = 0,48 \text{ ГПа}$$

Изгиб:

$$M_{y,d,fi} = 10,29 \text{ кНм}, \quad \sigma_{m,y,d,fi} = 31,72 \text{ МПа}$$

Условие несущей способности сечения:

$$\sigma_{m,y,d,fi} / f_{m,y,d,fi} = 0,940 < 1$$

Условие устойчивости элемента:

- потеря устойчивости плоской формы изгиба (поперечное кручение)

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d,fi} = 31,72 \text{ МПа} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d,fi} = 33,75 \text{ МПа} \quad (94,0\%)$$