

ULS – Изгиб (Подбор арматуры)**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**Размеры сечения:

Тип сечения прямоугольное
 Ширина $b = 250$ мм
 Высота $h = 500$ мм

Параметры бетона:

Класс бетона: C25/30
 Максимальная крупность заполнителя $d_g = 16$ мм

Защитный слой:

Номинальная толщина защитного слоя сверху $c_{nom} = 25$ мм
 Номинальная толщина защитного слоя снизу $c_{nom} = 25$ мм
 Номинальная толщина защитного слоя слева $c_{nom} = 25$ мм
 Номинальная толщина защитного слоя справа $c_{nom} = 25$ мм

Продольная арматура:

Класс стали: **S500 (B)** → $f_{yk} = 500$ МПа, $k \geq 1,08$, $k - 1,08$, $\epsilon_{uk} \geq 0,05\%$

Верхнее армирование:

Диаметр = 12 мм

Нижнее армирование:

Диаметр = 20 мм

Хомуты:

Диаметр $\varnothing_{sw}$ = 8 мм

Нагрузки:

Расчетный момент $M_{Ed} = 265,00$ кНм

ПРЕДПОСЫЛКИ:

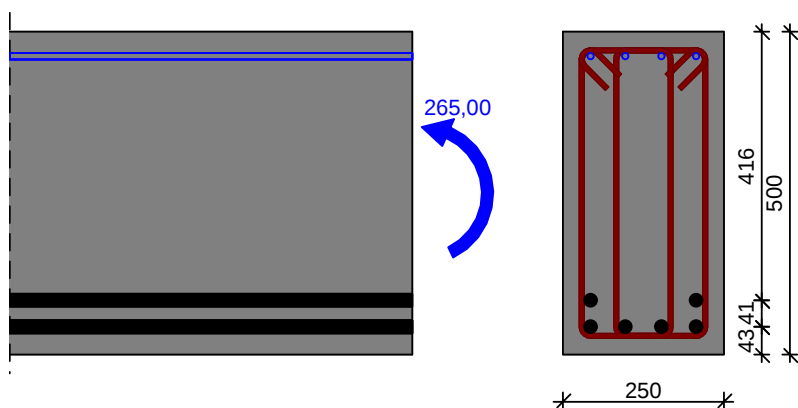
Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)

Расчетная ситуация: постоянная

РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1992-1-1:

вид сбоку:

сечение:

Изгиб:

Необходимое армирование $A_{s1, req} = 17,25$ см². Принято снизу **6Ø20** с $A_{s1} = 18,85$ см² ($\rho = 1,70\%$)

Сопротивление изгибу

$M_{Rd} = 282,73$ кНм

Условие сопротивления изгибу

$M_{Ed} = 265,00$ кНм < $M_{Rd} = 282,73$ кНм (93,7%)

ULS - Поперечная сила в изгибаемом элементе (Подбор арматуры)**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**Размеры сечения:

Тип сечения	прямоугольное
Ширина	$b = 250 \text{ мм}$
Высота	$h = 500 \text{ мм}$

Параметры бетона:

Класс бетона:	C25/30
Максимальная крупность заполнителя	$d_g = 16 \text{ мм}$

Защитный слой:

Номинальная толщина защитного слоя сверху	$c_{nom} = 25 \text{ мм}$
Номинальная толщина защитного слоя снизу	$c_{nom} = 25 \text{ мм}$
Номинальная толщина защитного слоя слева	$c_{nom} = 25 \text{ мм}$
Номинальная толщина защитного слоя справа	$c_{nom} = 25 \text{ мм}$

Продольная арматура:

Класс стали: **S500 (B)** → $f_{yk} = 500 \text{ МПа}$, $k \geq 1,08$, $k - 1,08$, $\epsilon_{uk} \geq 0,05\%$

Верхнее армирование:

Диаметр	$= 12 \text{ мм}$
Количество стержней	$= 2 \text{ шт.}$

Нижнее армирование:

Диаметр	$= 20 \text{ мм}$
Количество стержней	$= 6 \text{ шт.}$

Хомуты:

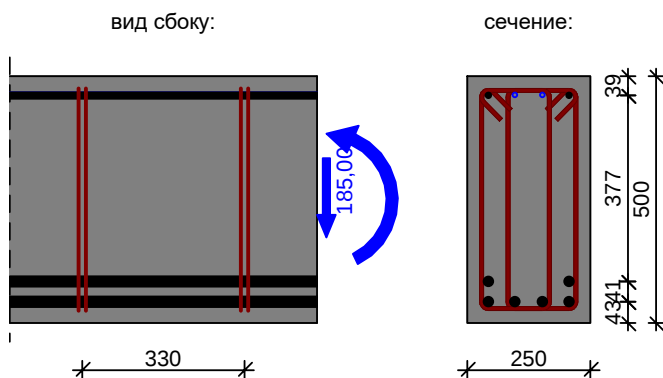
Тип хомутов:	четырёхсрезные
Диаметр	$\varnothing_{sw} = 8 \text{ мм}$

Нагрузки:

Поперечное усилие	$V_{Ed,0} = 185,00 \text{ кН}$
Расчетный момент	$M_{Ed} > 0$

ПРЕДПОСЫЛКИ:

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

РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1992-1-1:Поперечная сила:

$$V_{Ed} = 185,00 \text{ кН} > V_{Rd,c} = 77,60 \text{ кН}$$

Требуется расчет поперечного армирования.

Требуемый шаг хомутов из условия восприятия поперечного усилия V_{Ed} $s_{l,req} = 471,3 \text{ мм}$

Максимальный шаг хомутов $s_{l,max} = 332,5 \text{ мм}$

Приняты четырехсрезные хомуты $\varnothing 8$ с шагом **330 мм** ($\rho_w = 0,24\%$)

Условие сопротивления поперечной силе:

- определено оптимальное значение $\cot\theta = 2,50$

$$V_{Ed} = 185,00 \text{ кН} < V_{Rd,s} = 264,24 \text{ кН} \quad (70,0\%)$$

$$V_{Ed} = 185,00 \text{ кН} < V_{Rd,max} = 309,57 \text{ кН} \quad (59,8\%)$$

Дополнительное растягивающее усилие в продольной арматуре, вызванное поперечным усилием V_{Ed} :

$$\Delta F_{td} = 231,25 \text{ кН}$$

ULS – Изгиб (Проверка сопротивления)**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**Размеры сечения:

Тип сечения	тавровое
Ширина	$b_w = 300 \text{ мм}$
Высота	$h = 600 \text{ мм}$
Вылет полки	$b_{\text{eff},1} = b_{\text{eff},2} = 385 \text{ мм}$
Толщина верхней полки	$h_f = 150 \text{ мм}$

Параметры бетона:

Класс бетона:	C30/37	
Максимальная крупность заполнителя		$d_g = 16 \text{ мм}$

Защитный слой:

Номинальная толщина защитного слоя сверху	$c_{\text{nom}} = 40 \text{ мм}$
Номинальная толщина защитного слоя снизу	$c_{\text{nom}} = 40 \text{ мм}$
Номинальная толщина защитного слоя слева	$c_{\text{nom}} = 40 \text{ мм}$
Номинальная толщина защитного слоя справа	$c_{\text{nom}} = 40 \text{ мм}$

Продольная арматура:

Класс стали: **S500 (B)** → $f_{yk} = 500 \text{ МПа}$, $k \geq 1,08$, $k - 1,08$, $\epsilon_{uk} \geq 0,05\%$

Верхнее армирование:

Диаметр	$= 12 \text{ мм}$
Количество стержней	$= 2 \text{ шт.}$

Нижнее армирование:

Диаметр	$= 20 \text{ мм}$
Количество стержней	$= 4 \text{ шт.}$

Хомуты:

Диаметр	$\emptyset_{sw} = 8 \text{ мм}$
---------	---------------------------------

Поперечное армирование полки таврового сечения:

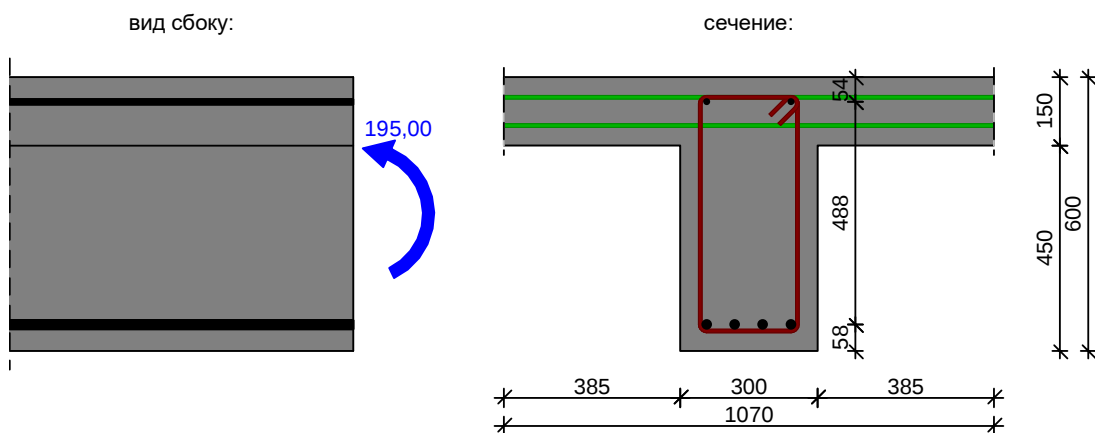
Диаметр верхних стержней	$\emptyset = 8 \text{ мм}$
Диаметр нижних стержней	$\emptyset = 8 \text{ мм}$

Нагрузки:

Расчетный момент	$M_{Ed} = 195,00 \text{ кНм}$
------------------	-------------------------------

ПРЕДПОСЫЛКИ:

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

РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1992-1-1:Изгиб:

Принято сверху **2Ø12** с $A_{s2} = 2,26 \text{ см}^2$

Необходимое армирование $A_{s1, \text{req}} = 8,41 \text{ см}^2$. Принято снизу **4Ø20** с $A_{s1} = 12,57 \text{ см}^2$ ($\rho = 0,77\%$)

Сопротивление изгибу

$$M_{Rd} = 289,15 \text{ кНм}$$

Условие сопротивления изгибу

$$M_{Ed} = 195,00 \text{ кНм} < M_{Rd} = 289,15 \text{ кНм} \quad (67,4\%)$$

ULS - Поперечная сила в изгибаемом элементе (Проверка сопротивления)**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**Размеры сечения:

Тип сечения	тавровое
Ширина	$b_w = 300 \text{ мм}$
Высота	$h = 600 \text{ мм}$
Вылет полки	$b_{\text{eff},1} = b_{\text{eff},2} = 385 \text{ мм}$
Толщина верхней полки	$h_f = 150 \text{ мм}$

Параметры бетона:

Класс бетона:	C20/25	
Максимальная крупность заполнителя		$d_g = 16 \text{ мм}$

Защитный слой:

Номинальная толщина защитного слоя сверху	$c_{\text{nom}} = 25 \text{ мм}$
Номинальная толщина защитного слоя снизу	$c_{\text{nom}} = 25 \text{ мм}$
Номинальная толщина защитного слоя слева	$c_{\text{nom}} = 25 \text{ мм}$
Номинальная толщина защитного слоя справа	$c_{\text{nom}} = 25 \text{ мм}$

Продольная арматура:

Класс стали: **S500 (B)** → $f_{yk} = 500 \text{ МПа}$, $k \geq 1,08$, $k - 1,08$, $\epsilon_{uk} \geq 0,05\%$

Верхнее армирование:

Диаметр	= 12 мм
Количество стержней	= 2 шт.

Нижнее армирование:

Диаметр	= 20 мм
Количество стержней	= 4 шт.

Хомуты:

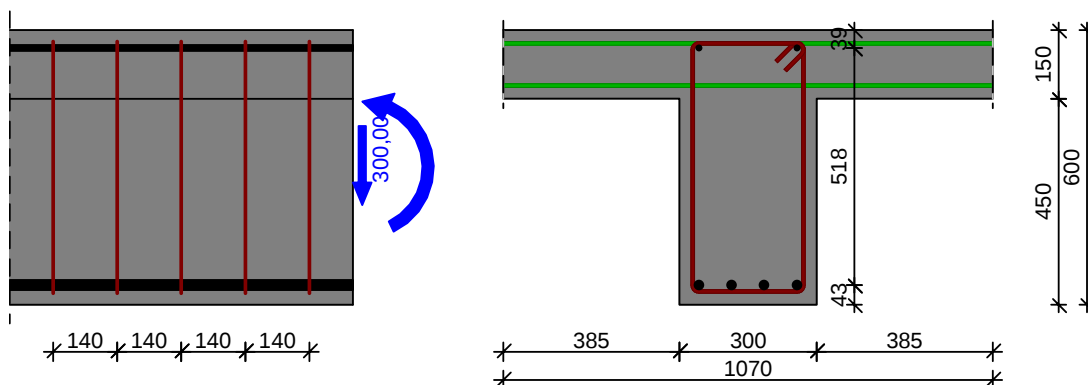
Тип хомутов:	двухсрезные
Диаметр	$\varnothing_{sw} = 8 \text{ мм}$

Нагрузки:

Поперечное усилие	$V_{Ed,0} = 300,00 \text{ кН}$
Расчетный момент	$M_{Ed} > 0$

ПРЕДПОСЫЛКИ:

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

РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1992-1-1:Поперечная сила:

$$V_{Ed} = 300,00 \text{ кН} > V_{Rd,c} = 79,16 \text{ кН}$$

Максимальный шаг хомутов $s_{l,max} = 417,7 \text{ мм}$

Приняты двухсрезные хомуты **Ø8 с шагом 140 мм** ($\rho_w = 0,24\%$)

Условие сопротивления поперечной силе: - определено оптимальное значение $\cot\theta = 2,46$

$$V_{Ed} = 300,00 \text{ кН} < V_{Rd,s} = 385,01 \text{ кН} \quad (77,9\%)$$

$$V_{Ed} = 300,00 \text{ кН} < V_{Rd,max} = 386,14 \text{ кН} \quad (77,7\%)$$

Дополнительное растягивающее усилие в продольной арматуре, вызванное поперечным усилием V_{Ed} :
 $\Delta F_{td} = 369,00 \text{ кН}$

SLS - Контроль трещин**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**Размеры сечения:

Тип сечения	тавровое
Ширина	$b_w = 350 \text{ мм}$
Высота	$h = 500 \text{ мм}$
Вылет полки	$b_{\text{eff},1} = b_{\text{eff},2} = 555 \text{ мм}$
Толщина верхней полки	$h_f = 160 \text{ мм}$

Параметры бетона:

Класс бетона:	C30/37	
Максимальная крупность заполнителя		$d_g = 32 \text{ мм}$
Предельное значение коэффициента ползучести		$\varphi(\infty, t_0) = 3$

Защитный слой:

Номинальная толщина защитного слоя сверху	$c_{\text{nom}} = 35 \text{ мм}$
Номинальная толщина защитного слоя снизу	$c_{\text{nom}} = 35 \text{ мм}$
Номинальная толщина защитного слоя слева	$c_{\text{nom}} = 35 \text{ мм}$
Номинальная толщина защитного слоя справа	$c_{\text{nom}} = 35 \text{ мм}$

Продольная арматура:

Класс стали: **S500 (B)** → $f_{yk} = 500 \text{ МПа}$, $k \geq 1,08$, $k - 1,08$, $\varepsilon_{uk} \geq 0,05\%$

Хомуты:

Диаметр $\varnothing_s = 8 \text{ мм}$

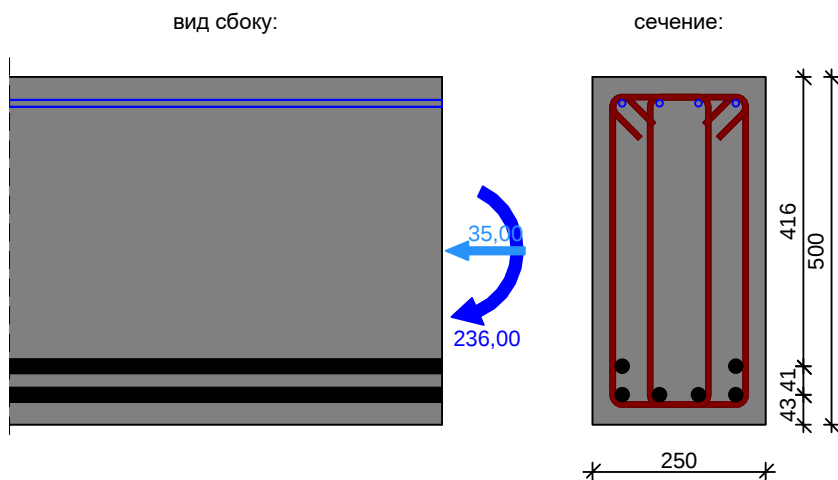
Нагрузки:

Сочетание SLS практически постоянное:

Момент характеристический $M_{Ed} = -236,00 \text{ кНм}$

ПРЕДПОСЫЛКИ:

Национальное Приложение:	ТКП EN (Беларусь)
Расчетная ситуация:	постоянная
Предельная ширина раскрытия трещин	$w_{\text{max}} = 0,3 \text{ мм}$

РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1992-1-1:Контроль трещин:

Ширина раскрытия поперечных трещин: $w_k = 0,258 \text{ мм} < w_{\text{max}} = 0,3 \text{ мм}$ (85,9%)

SLS - Прогиб**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**Размеры сечения:

Тип сечения прямоугольное
 Ширина $b = 250$ мм
 Высота $h = 400$ мм

Параметры бетона:

Класс бетона: C30/37
 Максимальная крупность заполнителя $d_g = 16$ мм

Защитный слой:

Номинальная толщина защитного слоя сверху $c_{nom} = 22$ мм
 Номинальная толщина защитного слоя снизу $c_{nom} = 22$ мм
 Номинальная толщина защитного слоя слева $c_{nom} = 22$ мм
 Номинальная толщина защитного слоя справа $c_{nom} = 22$ мм

Продольная арматура:

Класс стали: **S500 (B)** → $f_{yk} = 500$ МПа, $k \geq 1,08$, $k - 1,08$, $\epsilon_{uk} \geq 0,05\%$

Хомуты:

Диаметр $\varnothing_s = 8$ мм

Нагрузки:

Сочетание SLS практически постоянное:

Момент характеристический $M_{Ed} = 60,00$ кНм

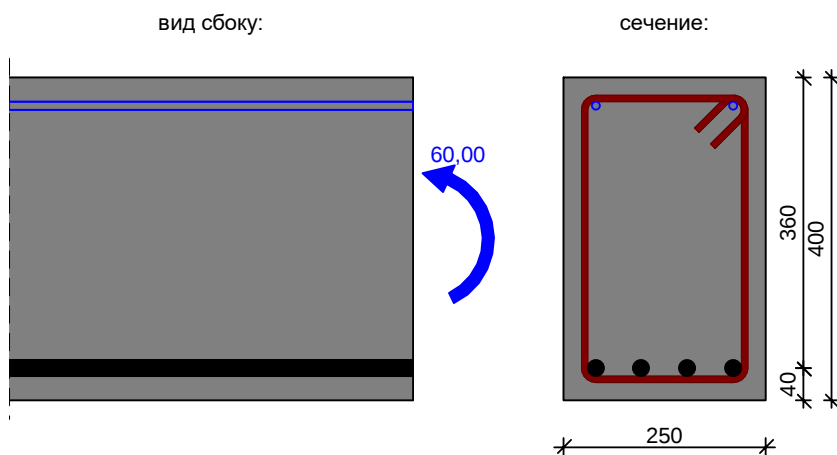
Момент от практически постоянных нагрузок действующих после окончания строительства $\Delta M_{Ed} = 25,00$ кНм

ПРЕДПОСЫЛКИ:

Национальное Приложение: ТКП EN (Беларусь)

Расчетная ситуация: постоянная

Предельный прогиб $a_{lim} = l_{eff}/250$

РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1992-1-1:Прогиб:

Полный прогиб от момента M_{Ed} и усадки ϵ_{cs} :

$$a(M_{Ed}; \epsilon_{cs}) = 19,0 \text{ мм} < a_{lim} = 6000/250 = 24,0 \text{ мм} \quad (79,1\%)$$

Прирост прогиба от длительно действующих нагрузок после окончания строительства:

$$a_{\Delta} = 14,5 \text{ мм} > a_{lim, \Delta} = 6000/500 = 12,0 \text{ мм} \quad (120,9\%) \quad (!!!)$$

SLS - Напряжения в бетоне и арматуре**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**Размеры сечения:

Тип сечения прямоугольное
 Ширина $b = 250$ мм
 Высота $h = 400$ мм

Параметры бетона:

Класс бетона: C20/25
 Максимальная крупность заполнителя $d_g = 16$ мм

Предельное значение коэффициента ползучести $\varphi(\infty, t_0) = 2$

Продольная арматура:

Класс стали: **S500 (B)** → $f_{yk} = 500$ МПа, $k \geq 1,08$, $k - 1,08$, $\varepsilon_{uk} \geq 0,05\%$

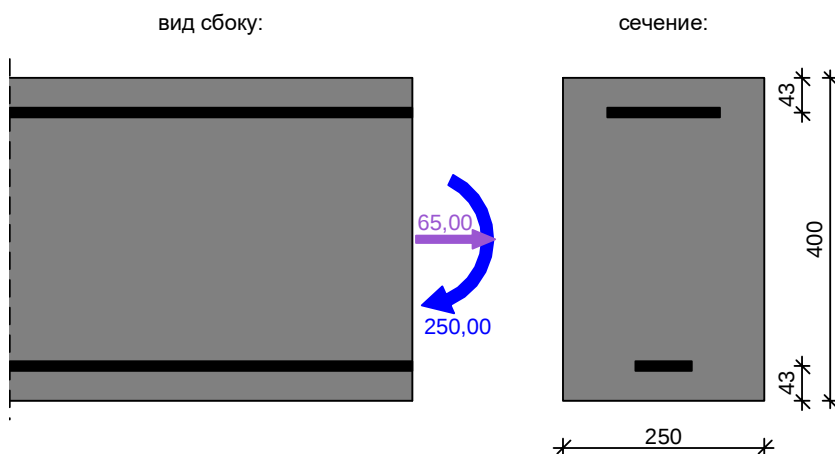
Нагрузки:

Сочетание SLS характеристическое:

Расчетный момент $M_{Ed} = -250,00$ кНм
 Продольное усилие $N_{Ed} = -65,00$ кН

ПРЕДПОСЫЛКИ:

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

РЕЗУЛЬТАТЫ по ТКП EN 1992-1-1:Напряжения:

Напряжения в бетоне на гранях в сечении:

- на верхней грани $\sigma_c = 0,00$ МПа
- на нижней грани $\sigma_c = 18,52$ МПа

Напряжение в центре тяжести армирования:

- в верхних стержнях $\sigma_s = (-) 339,85$ МПа $< k_3 \cdot f_{yk} = 400,00$ МПа
- в нижних стержнях $\sigma_s = 284,85$ МПа