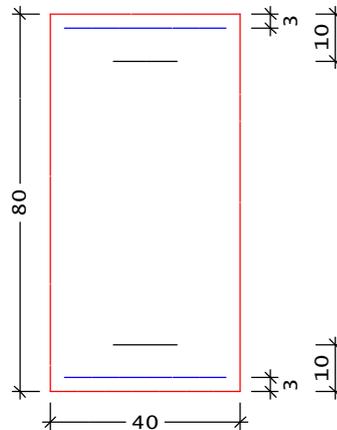


Pos. t438
Преднапряженный элемент

Сечение



Ширина сечения	b	=	40	см
Высота сечения	h	=	80	см
Ненапрягаемая арматура:				
Площадь арматуры	$A_{св}$	=	3.00	см ²
	$A_{сн}$	=	3.00	см ²
Расстояние до ц.т. арматуры	a_v	=	3.00	см
	a_n	=	3.00	см
Диаметр арматуры	$d_{св}$	=	12	мм
	$d_{сн}$	=	12	мм
Напрягаемая арматура:				
Площадь арматуры	$A_{спв}$	=	12.00	см ²
	$A_{спн}$	=	12.00	см ²
Расстояние до ц.т. арматуры	$a_{рв}$	=	10.00	см
	$a_{рн}$	=	10.00	см
Диаметр арматуры	$d_{спв}$	=	18	мм
	$d_{спн}$	=	18	мм
Преднапряжение				
Натяжение арматуры на упоры механическим способом				
Длина напрягаемой арматуры	l	=	6.00	м
Предварительное напряжение				
в верхней арматуре	$\sigma_{спв}$	=	700	МПа
в нижней арматуре	$\sigma_{спн}$	=	700	МПа
Расчет				
Согласно СП 63.13330.2018				
Расчет на основе нелинейной деформационной модели				
Материалы				
Бетон $V 25$ (тяжелый)				
Коэффициент условий работы	γ_b	=	0.900	-
Соппротивление бетона	$\gamma_b R_b$	=	13.05	МПа
Модуль упругости бетона	E_b	=	30.00	ГПа
Для бетона применяется трехлинейная диаграмма				
Ненапрягаемая арматура $A500$				
Соппротивление арматуры	R_s	=	435	МПа
	R_{sc}	=	400	МПа
Для арматуры применяется двухлинейная диаграмма				

Напрягаемая арматура	A800		
Соппротивление арматуры	R_s	= 695	МПа
	R_{sc}	= 400	МПа
Модуль упругости арматуры	E_s	= 200	ГПа
Для арматуры применяется трехлинейная диаграмма			

Определение напряжений в стадии предварительного обжатия

Характеристики бетона в момент обжатия

Передаточная прочность	R_{bp}	= 10.0	МПа
Расчетное сопротивление	R_b	= 6.00	МПа
Модуль упругости	E_b	= 19.00	ГПа

Первые потери предварительного напряжения

от релаксации напряжения	$\Delta\sigma_{sp1в}$	= 50.0	МПа
	$\Delta\sigma_{sp1н}$	= 50.0	МПа
от деформации упоров	$\Delta\sigma_{sp3}$	= 30.0	МПа
от деформации анкеров	$\Delta\sigma_{sp4}$	= 66.7	МПа

Предварительные напряжения и деформации с учетом первых потерь

	$\sigma_{spв}$	= 553.3	МПа
	$\sigma_{spн}$	= 553.3	МПа
	$\epsilon_{spв}$	= 2.77	%
	$\epsilon_{spн}$	= 2.77	%

Кривизна	k	= 0.00000	1/м
----------	-----	-----------	-----

Деформации бетона

Максимальная деформация		Минимальная деформация	
ϵ [%.]	σ [МПа]	ϵ [%.]	σ [МПа]
-0.25	-3.68	-0.25	-3.68

Деформации ненапряг. арматуры

Нижняя арматура		Верхняя арматура	
ϵ [%.]	σ [МПа]	ϵ [%.]	σ [МПа]
-0.25	-50.0	-0.25	-50.0

Деформации напряг. арматуры

Нижняя арматура		Верхняя арматура	
ϵ [%.]	σ [МПа]	ϵ [%.]	σ [МПа]
2.52	503.3	2.52	503.3

Примечание. Значения ϵ приведены в промилле [%.]
 $\epsilon > 0$ - растяжение, $\epsilon < 0$ - сжатие

Определение предельного момента в стадии эксплуатации

Вторые потери предварительного напряжения

от усадки бетона	$\Delta\sigma_{sp5}$	= 40.0	МПа
от ползучести бетона	$\Delta\sigma_{sp6в}$	= 60.4	МПа
	$\Delta\sigma_{sp6н}$	= 60.4	МПа

Данные для определения $\Delta\sigma_{sp6}$ по формуле (9.9):

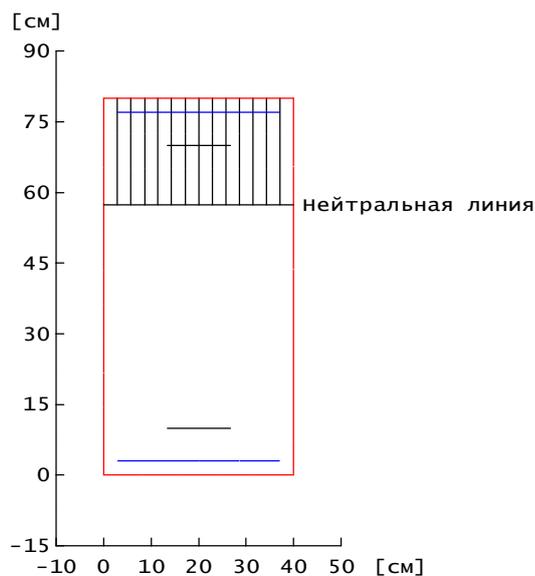
Влажность воздуха окружающей среды	от 40% до 75%		
$\phi_{b,cr}$	= 3.90		-
α	= 6.67		-
$\sigma_{bв}$	= 3.68		МПа
$\sigma_{bн}$	= 3.68		МПа
$\mu_{spв}$	= 0.0037		-
$\mu_{spн}$	= 0.0037		-
$(y^2 A_{red} / I_{red})_в$	= 1.606		-
$(y^2 A_{red} / I_{red})_н$	= 1.606		-

Предварительные напряжения и деформации с учетом полных потерь

$\sigma_{срв}$	=	453.0	МПа
$\sigma_{срн}$	=	453.0	МПа
$\varepsilon_{срв}$	=	2.26	%.
$\varepsilon_{срн}$	=	2.26	%.

Предельный момент M_{u+} = 646.5 кНм

Сжатая зона при определении M_{u+}



Расстояние от нижней стороны сечения до нейтральной линии = 57.36 см

Кривизна κ = -0.01546 1/м

Деформации бетона

Максимальная деформация		Минимальная деформация	
ε [%.]	σ [МПа]	ε [%.]	σ [МПа]
8.87	0.00	-3.50	-13.05

Деформации ненапряг. арматуры

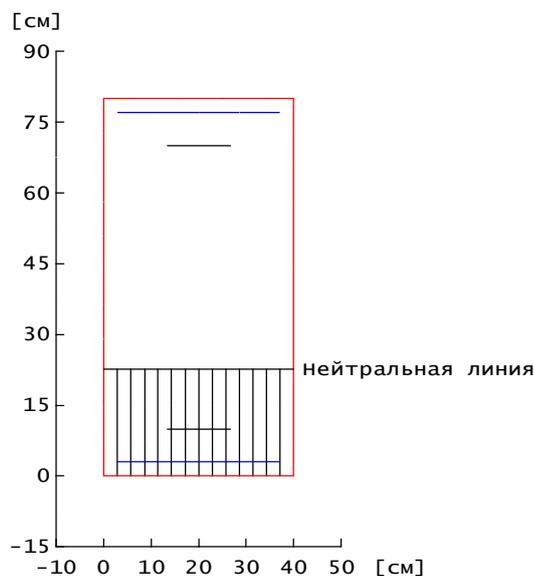
Нижняя арматура		Верхняя арматура	
ε [%.]	σ [МПа]	ε [%.]	σ [МПа]
8.41	435.0	-3.04	-400.0

Деформации напряг. арматуры

Нижняя арматура		Верхняя арматура	
ε [%.]	σ [МПа]	ε [%.]	σ [МПа]
9.59	764.5	0.31	62.2

Предельный момент M_{u-} = -646.5 кНм

Сжатая зона при определении M_{u-}



Расстояние от нижней стороны сечения до нейтральной линии = 22.64 см

Кривизна κ = 0.01546 1/м

Деформации бетона

Максимальная деформация		Минимальная деформация	
ϵ [%.]	σ [МПа]	ϵ [%.]	σ [МПа]
8.87	0.00	-3.50	-13.05

Деформации ненапряг. арматуры

Нижняя арматура		Верхняя арматура	
ϵ [%.]	σ [МПа]	ϵ [%.]	σ [МПа]
-3.04	-400.0	8.41	435.0

Деформации напряг. арматуры

Нижняя арматура		Верхняя арматура	
ϵ [%.]	σ [МПа]	ϵ [%.]	σ [МПа]
0.31	62.2	9.59	764.5

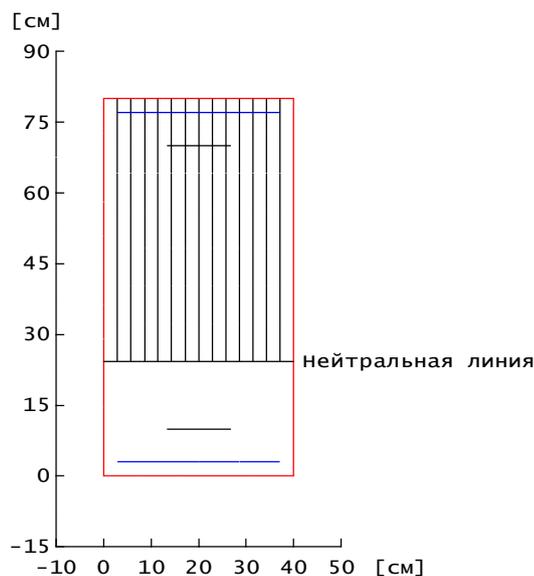
Проверка трещиностойкости элемента

Предельная ширина раскрытия трещин
 Непродолжительное раскрытие $a_{cr1} = 0.30$ мм
 Продолжительное раскрытие $a_{cr2} = 0.20$ мм

Момент при образовании трещин

K	M [кНм]	M ₁ [кНм]	M _{crс} [кНм]
1	500.0	300.0	317.0

Сжатая зона при определении M_{crс}



Расстояние от нижней стороны сечения до нейтральной линии = 24.35 см

Кривизна $\kappa = -0.00062$ 1/м

Деформации бетона

Максимальная деформация		Минимальная деформация	
ε [%.]	σ [МПа]	ε [%.]	σ [МПа]
0.15	1.55	-0.34	-10.28

Ширина раскрытия трещин на уровне ненапрягаемой арматуры

$\sigma_{s, crc}$ [МПа]	σ_s [МПа]	σ_{s1} [МПа]	A_{bt} [см ²]	A_{st} [см ²]	d_s [мм]	l_s [см]	a_{crc} [мм]	$a_{crc, l}$ [мм]
56.1	248.8	45.5	974.0	11.07	12.0	40.0	0.204	0.001

Ширина раскрытия трещин на уровне напрягаемой арматуры
 σ - приращение напряжения от действия момента

$\sigma_{s, crc}$ [МПа]	σ_s [МПа]	σ_{s1} [МПа]	A_{bt} [см ²]	A_{st} [см ²]	d_s [мм]	l_s [см]	a_{crc} [мм]	$a_{crc, l}$ [мм]
43.8	210.0	34.7	974.0	11.07	18.0	40.0	0.175	0.000

Трещиностойкость элемента обеспечена

Расчет выполнен модулем t438 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт