Общество с ограниченной ответственностью
«ЕВРОМЕТСТРОЙ»

Юридический адрес: 142100, Россия, Московская область, г.о. Подольск, г. Подольск, пл. Советская, д. 3, помещ.\офис. 52/37
Тел. +7 (495)150-05-38, e-mail: info@evrometstroy.com
ИНН 7702821755 КПП 503601001 ОГРН 1137746777640

Заказчик: Московский фонд реновации жилой застройки (Фонд реновации)

Жилой дом с инженерными сетями и благоустройством территории (со сносом жилых зданий по адресам: ул. Шереметьевская д. 17, корп. 1, ул. Шереметьевская д.17, корп. 2) по адресу: г. Москва, район Марьина Роща, Шереметьевская ул., вл. 17, корп. 1, корп. 2 (Северо-Восточный административный округ)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Часть 3. Расчёт огнейстойкости несущих конструкций

Шифр: 29-0322-ОК-1-РОК

Том 9.3

2023

Общество с ограниченной ответственностью
«ЕВРОМЕТСТРОЙ»

Юридический адрес: 142100, Россия, Московская область, г.о. Подольск, г. Подольск, пл. Советская, д. 3, помещ.\офис. 52/37
Тел. +7 (495)150-05-38, e-mail: info@evrometstroy.com
ИНН 7702821755 КПП 503601001 ОГРН 1137746777640

Заказчик: Московский фонд реновации жилой застройки (Фонд реновации)

Жилой дом с инженерными сетями и благоустройством территории (со сносом жилых зданий по адресам: ул. Шереметьевская д. 17, корп. 1, ул. Шереметьевская д.17, корп. 2) по адресу: г. Москва, район Марьина Роща, Шереметьевская ул., вл. 17, корп. 1, корп. 2 (Северо-Восточный административный округ)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Часть 3. Расчёт огнейстойкости несущих конструкций

Шифр: 29-0322-ОК-1-РОК

Том 9.3

Генеральный директор **В.В. Гончаров**

Главный инженер проекта **В.В. Малахов**

2023

ООО «Научно-технический центр «Стройнаука-ВИТУ»

195027 г. Санкт-Петербург, пр. Шаумяна, д. 4, к. 1, лит. А, оф. 300

тел./факс (812) 448-94-55

http://www.stroynauka.ruE-mail: info@stroynauka.ru

Заказчик: ООО «ЕВРОМЕТСРОЙ»

Жилой дом с инженерными сетями и благоустройством территории (со сносом жилых зданий по адресам: ул. Шереметьевская д. 17, корп. 1, ул. Шереметьевская д.17, корп. 2) по адресу: г. Москва, район Марьина Роща, Шереметьевская ул., вл. 17, корп. 1, корп. 2 (Северо-Восточный административный округ)

«Проектная документация»

Раздел 9. **«Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности»**

Часть 3. **«Расчёт огнестойкости несущих конструкций»**

Шифр раздела**: 29-0322-ОК-1-РОК**

Том 9.3

2023 г.

ООО «Научно-технический центр «Стройнаука-ВИТУ»

195027 г. Санкт-Петербург, пр. Шаумяна, д. 4, к. 1, лит. А, оф. 300

тел./факс (812) 448-94-55

http://www.stroynauka.ruE-mail: info@stroynauka.ru

Заказчик: ООО «ЕВРОМЕТСРОЙ»

Жилой дом с инженерными сетями и благоустройством территории (со сносом жилых зданий по адресам: ул. Шереметьевская д. 17, корп. 1, ул. Шереметьевская д.17, корп. 2) по адресу: г. Москва, район Марьина Роща, Шереметьевская ул., вл. 17, корп. 1, корп. 2 (Северо-Восточный административный округ)

«Проектная документация»

Раздел 9. **«Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности»**

Часть 3. **«Расчёт огнестойкости несущих конструкций»**

Шифр раздела**: 29-0322-ОК-1-РОК**

Том 9.3

Генеральный директор А.В. Дронь

Главный инженер проекта А.С. Володин

2023 г.

ТЕКТОН-СПБ

ООО «ТЕКТОН-СПБ»

190121, С-Петербург, ул. Декабристов, д. 62-64, лит. А, пом. 11Н, офис 28
Член СРО «Ассоциация «СФЕРА ПРОЕКТИРОВЩИКОВ»
ИНН 7838057505 ; ОГРН 1167847321641
Тел. (8-812)-746-84-94, -575-91-36. E-mail: projects@tekton-spb.ru

Жилой дом с инженерными сетями и благоустройством территории(со сносом жилых зданий по адресам: ул. Шереметьевская д.17, корп. 1, ул. Шереметьевская д.17, корп. 2)

по адресу: г. Москва, район Марьина Роща, Шереметьевская ул., вл.17, корп. 1, корп. 2 (Северо-Восточный административный округ)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9
Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Часть 3. Расчет огнестойкости несущих конструкций

ШИФР 29-0322-ОК-1-РОК
Том 9.3

Генеральный директор Ю. В. Бондарев

Главный конструктор проекта Ю. В. Бондарев

Общество с ограниченной ответственностью ИНН 7838057505 ТЕКТОН-СПБ ОГРН 1167847321641 Санкт-Петербург

Санкт-Петербург
2023

Содержание

1. Общие данные 2
2. *Расчет огнестойкости несущих элементов* 5
2.1. Расчет огнестойкости отдельно стоящих стен встроенно-пристроенной автостоянки 5
2.2. Расчет огнестойкости плиты перекрытия на отм. -2,150. 28
2.3. Расчет огнестойкости плиты покрытия встроенно-пристроенной автостоянки 32
2.4. Расчет огнестойкости несущих элементов надземной части жилого корпуса 40
3. Основные выводы 56

Взам. инв.№

Подп и дата

Инв.№ подл

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Гл.констр.		Бондарев		04.23	
Исполнил		Сарвилин		04.23	
Норм.контр		Кокуева		04.23	

29-0322-ОК-1-РОК

Жилой дом с инженерными сетями и благоустройством территории (со сносом жилых зданий по адресам: ул. Шереметьевская, д. 17, корп. 1, ул. Шереметьевская, д. 17, корп. 2)

Стадия	Лист	Листов
П	1	

ООО "ТЕКТОН-СПБ"

1. Общие данные

В данном томе на стадии «Проектная документация» приведены расчетные предпосылки и результаты расчета жилого дома с инженерными сетями и благоустройством территории (со сносом жилых зданий по адресам: ул. Шереметьевская, д. 17, корп. 1, ул. Шереметьевская, д. 17, корп. 2), расположенного по адресу: г. Москва, район Марьина Роща, Шереметьевская ул., вл. 17, корп. 1, корп. 2 (Северо-Восточный административный округ).

Проектируемый объект представляет собой двухсекционный жилой корпус, который состоит из 23 надземных этажей, чердачного технического пространства, подземного технического подполья и встроенно-пристроенной подземной автостоянки.

Высота жилых этажей принята 3 м, высота первого этажа - 4,8 м. Максимальная отметка по парапету кровли машинного помещения лифтов составляет +78,27 м. Максимальные габариты в плане 23 этажного жилого корпуса – 26,7 х 51,1 м, габаритные размеры в плане, включая пристроенную подземную автостоянку, составляют 57,5 х 56,9 м.

Конструктивная схема жилого корпуса – стеновая, с перекрестными и отдельно стоящими несущими монолитными железобетонными стенами. Несущая система образуется вертикальными несущими конструкциями - поперечными и продольными стенами, объединенными в единую пространственную систему горизонтальными конструкциями - монолитными железобетонными перекрытиями.

Конструктивная схема пристроенной подземной автостоянки – стеновая, с перекрестными наружными монолитными железобетонными стенами и отдельно стоящими (преимущественно) внутренними монолитными железобетонными стенами. Несущая система образуется вертикальными несущими конструкциями – стенами и пилонами, объединенными в единую пространственную систему горизонтальными конструкциями – фундаментными плитами и монолитными железобетонными покрытиями.

Между несущими конструкциями жилого корпуса и пристроенной подземной автостоянкой предусматриваются деформационные швы вдоль оси Е в осях 1-14, вдоль оси 14 в осях А-Е, вдоль оси А в осях 14-23, вдоль оси 1 в осях Е-Ю и вдоль оси Ю в осях 1-21.

Проектируемое жилое здание характеризуется следующими параметрами:

- уровень ответственности здания – нормальный;
- степень огнестойкости здания – I;
- класс конструктивной пожарной опасности здания – С0;
- класс пожарной опасности несущих строительных конструкций– К0;
- класс функциональной пожарной опасности – Ф1.3.

Проектируемый жилой дом разделен на два пожарных отсека противопожарным перекрытием 1-го типа.

Пожарный отсек №1 – помещение одноэтажной подземной автостоянки с техническими помещениями и неизолированной рампой класса функциональной пожарной опасности Ф5.2, I степени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности С0, категорией по пожарной опасности – В, площадью этажа в пределах пожарного отсека – не более 3 000 м2 (фактическая площадь 2592 м2) (п.6.3.2 табл. 6.6 СП 2.131310.2020) Расположен в уровне подземного этажа. Рампа также расположена в наземной части. Рампа выделяется от смежных пожарных отсеков противопожарными стенами и перекрытием 1-го типа.

Пожарный отсек №2 – жилой дом класса функциональной пожарной опасности Ф1.3 с помещениями общественного назначения и техническими помещениями, расположенными в уровне первого этажа, техническим пространством высотой 1,78 м, расположенным между помещениями подземной автостоянки и 1-м этажом жилого здания, и техническим чердаком высотой 1,79 м в верхней части здания. ПО предусмотрен I степени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности С0, площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2500 кв.м., высотой не более 75 м. (п. 6.8 СП 2.131310.2020).

Минимальные пределы огнестойкости строительных конструкций:

- несущие элементы – R 120;
- несущие стены – R 120;
- перекрытия междуэтажные – REI 120
- стена, перекрытие и покрытия 1-го типа – REI 150;
- элемент, на которые опираются противопожарное перекрытие 1-го типа – R 150;

- внутренние стены лестничных клеток – REI 150;
- марши и площадки лестниц – R 60;
- стена межсекционная – REI 45;
- стена, отделяющая внеквартирные коридоры от других помещений – REI 45;
- шахты лифтов для пожарных подразделений – REI 150;
- шахты пассажирских лифтов – REI 120.

Для обеспечения требуемых пределов конструктивной огнестойкости несущих конструкций принято армирование железобетонных элементов и размеры защитных слоев арматуры в соответствии с результатами расчетов на огнестойкость:

- для вертикального армирования отдельно стоящих стен подземной автостоянки толщиной 300 мм защитный слой бетона составляет 50 мм;
- для стен подземной автостоянки и жилого корпуса толщиной 250 мм, 300 мм и 500 мм минимальный защитный слой бетона – 30 мм;
- для стен лифтовых шахт и стен жилого корпуса толщиной 200 мм – 30 мм;
- для плит перекрытий 1-го типа – 35 мм;
- для остальных плит перекрытий толщиной 200 мм – 30 мм;
- для плиты покрытия пристроенной подземной автостоянки – 30 мм.

2. *Расчет огнестойкости несущих элементов*

2.1. Расчет огнестойкости отдельно стоящих стен встроенно-пристроенной автостоянки

Отдельно стоящая стена габаритами 1400мм х 300мм, требуемая огнестойкость REI=150 мин.

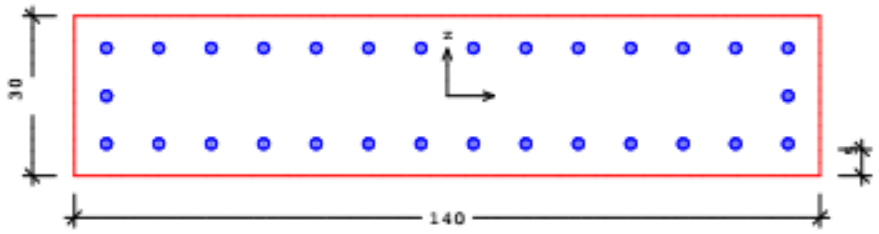
Поз. пилон v1 **Расчет по огнестойкости**

Сечение колонны

Ширина сечения	b	=	140.0	см
Высота сечения	h	=	30.0	см

Арматура

Диаметр стержней	d_s	=	20	мм
Число стержней	n	=	30	-
Толщина защитного слоя	a_s	=	50	мм

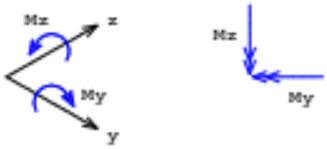


Усилия

Относительно центральных осей бетонного сечения

№	N [кН]	M_y [кНм]	M_z [кНм]
1	3600.0	90.0	1500.0

Положительные направления моментов



Расчет

Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон В 35 (тяжелый)
на силикатном заполнителе
Плотность бетона ρ = 2300 кг/м3
Бетон сухой

Продольная арматура A500

Сопротивления при нормальной температуре

	R_{bn}	=	25.50	МПа
	R_{sn}	=	500	МПа
	R_{sc}	=	400	МПа

Модули упругости при нормальной температуре

	E_b	=	34.5	ГПа
	E_s	=	200.0	ГПа

Коэффициент условий работы бетона

№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}
1	100	1.00	2	200	0.98	3	300	0.95
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.60
7	700	0.20	8	800	0.10	9	900	0.05
10	1000	0.03	11	1100	0.01	12	1200	0.00

Параметры диаграммы сжатого бетона

T [°C]	20	100	200	300	400	500	600
ε_{b1} [%.]	1.5	1.9	2.6	3.8	4.9	6.8	10.7
ε_{b2} [%.]	3.5	4.4	6.1	8.8	11.4	15.8	25.0

Коэффициент редукции модуля упругости бетона

T°C	20	200	300	400	500	600	700	800
β_b	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05

Коэффициент условий работы арматуры

№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}
1	100	1.00	2	200	1.00	3	300	1.00
4	400	0.85	5	500	0.60	6	600	0.37
7	700	0.22	8	800	0.10	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Коэффициент редукции модуля упругости арматуры

№	T [°C]	β_a	№	T [°C]	β_a	№	T [°C]	β_a
1	100	1.00	2	200	0.92	3	300	0.90
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.77
7	700	0.72	8	800	0.65	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

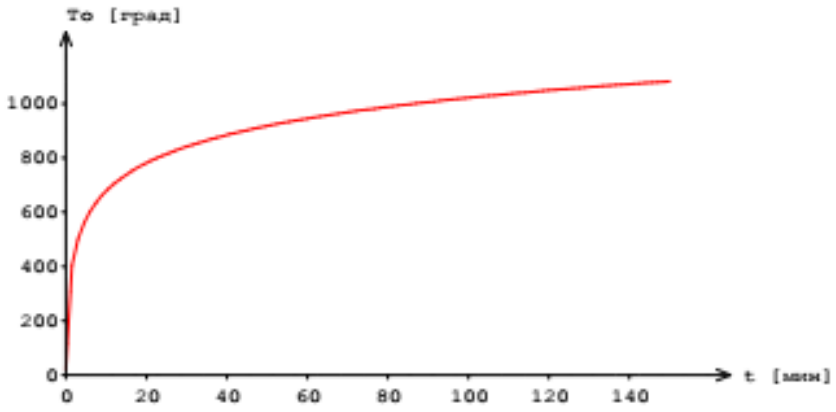
Данные для учета прогиба колонны в плоскости Z

Длина колонны	l	=	4.05	м
Случайный эксцентриситет	e_{az}	=	10.0	мм
Расчетная длина	l_{0z}	=	2.85	м

Эксцентриситет e_0 принимается не менее e_a

Проверка прочности при пожаре

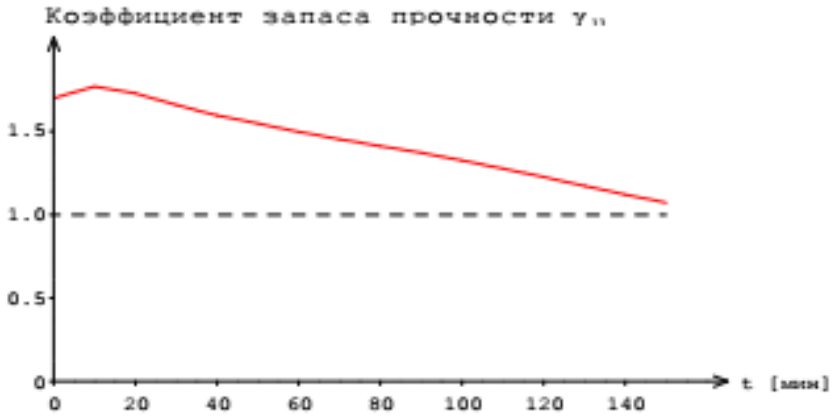
Зависимость температуры среды от времени



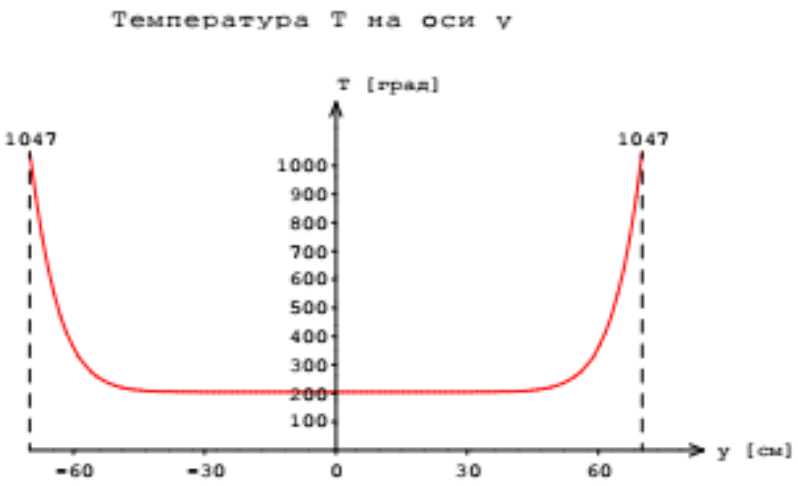
Нагрев всесторонний

Коэффициент запаса прочности

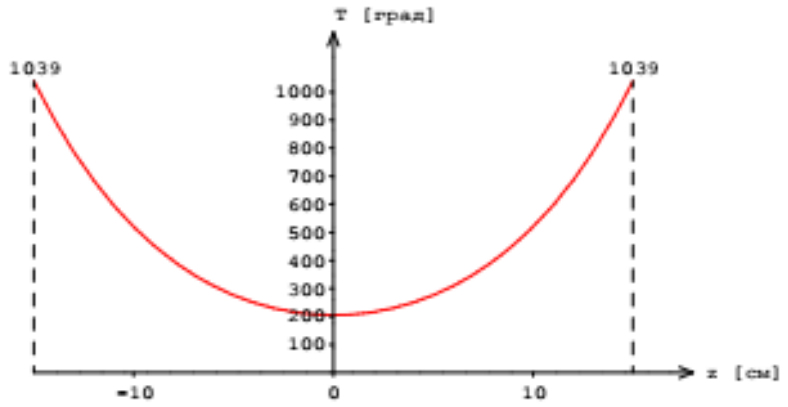
t [мин]	T среды [°C]	γ_u
0	20	1.697
10	678	1.769
20	781	1.726
30	842	1.657
40	885	1.595
50	918	1.546
60	945	1.496
70	968	1.452
80	988	1.411
90	1006	1.371
100	1022	1.325
110	1036	1.276
120	1049	1.225
130	1061	1.172
140	1072	1.120
150	1082	1.072



Температурное поле при t = 150 мин



Температура T на оси z



Изотермы



Проверка прочности для сочетания усилий 1

Расчетные моменты с учетом случайного эксцентриситета и прогиба

Плоск.	M [кНм]	δ_e [-]	D_b [МНм2]	D_s [МНм2]	D [МНм2]	N_{cr} [кН]	η [-]	ηM [кНм]
Y	1500.0						1.00	1500.0
Z	90.0	0.150	19.097	11.521	11.248	13667	1.36	122.2

Примечание. $D = 0.15/[\varphi_1(0.3 + \delta_e)]D_b + 0.7D_s$, $\varphi_1 = 2.0$

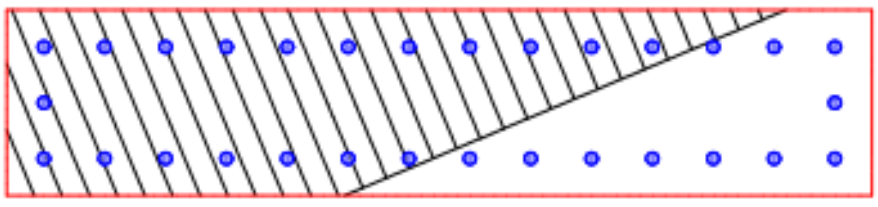
Предельные усилия $N_u = \gamma_u N$, $M_{yu} = \gamma_u M_y$, $M_{zu} = \gamma_u M_z$

N [кН]	M_y [кНм]	M_z [кНм]	N_u [кН]	M_{yu} [кНм]	M_{zu} [кНм]	γ_u
3600.0	122.2	1500.0	3860.8	131.0	1608.7	1.072

Нейтральная линия

y_1 [см]	z_1 [см]	y_2 [см]	z_2 [см]
-15.36	-15.00	56.04	15.00

Сжатая зона при действии предельных усилий



Кривизны κ_y / κ_z = -0.02234 / 0.00939 1/м

Деформация $\varepsilon(y,z) = -0.2234z + 0.0939y - 1.909$, $^{o}/_{oo}$

Деформации бетона на контуре сечения

Максимальная деформация			Минимальная деформация		
ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
8.01	0.00	1064	-11.83	-0.44	1064

Предельная деформация бетона

y [см]	z [см]	T [°C]	ε_{b2} [%.]	d [м]	ε_{b2}/d [1/м]
-49.01	1.58	228	-6.86	0.283	-0.02423

y, z - координаты точки, в которой достигается предельная деформация с учетом температуры
d - расстояние от нейтральной линии до точки (y,z)

Деформации арматуры

Максимальная деформация			Минимальная деформация		
ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
6.11	134.2	668	-9.93	-107.3	668

Усилия

	N [кН]	M_y [кНм]	M_z [кНм]
в бетоне	3245.95	53.12	941.90
в арматуре	614.88	77.92	666.78
суммарные	3860.84	131.04	1608.68

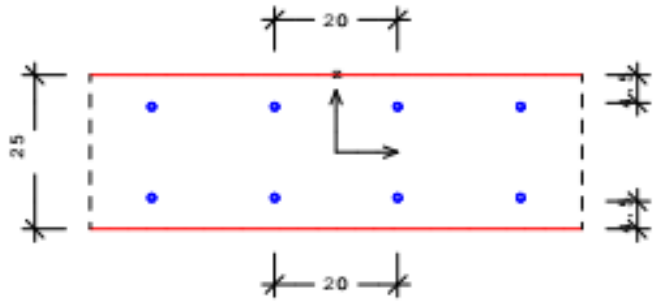
Огнестойкость обеспечена

Стены толщиной 250 мм, требуемая огнестойкость REI=150 мин.

Поз. ст t250 **Расчет по огнестойкости**

Сечение стены — Высота сечения — h = 25.0 см

Арматура
- Диаметр стержней — d_s = 12 мм
- Шаг стержней — s = 20 см
- Толщина защитного слоя — a_s = 45 мм



Усилия — Относительно центральной оси бетонного сечения

№	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
1	2600.0	63.0

Расчет — Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон — B 35 (тяжелый)
на силикатном заполнителе
Плотность бетона — ρ = 2300 кг/м3
Бетон сухой

Продольная арматура — A500

Сопротивления при нормальной температуре
- R_{bn} = 25.50 МПа
- R_{sn} = 500 МПа
- R_{sc} = 400 МПа

Модули упругости при нормальной температуре
- E_b = 34.5 ГПа
- E_s = 200.0 ГПа

Коэффициент условий работы бетона

№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}
1	100	1.00	2	200	0.98	3	300	0.95
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.60
7	700	0.20	8	800	0.10	9	900	0.05
10	1000	0.03	11	1100	0.01	12	1200	0.00

Параметры диаграммы сжатого бетона

T [°C]	20	100	200	300	400	500	600
ε_{b1} [%.]	1.5	1.9	2.6	3.8	4.9	6.8	10.7
ε_{b2} [%.]	3.5	4.4	6.1	8.8	11.4	15.8	25.0

Коэффициент редукции модуля упругости бетона

T°C	20	200	300	400	500	600	700	800
β_b	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05

Коэффициент условий работы арматуры

№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}
1	100	1.00	2	200	1.00	3	300	1.00
4	400	0.85	5	500	0.60	6	600	0.37
7	700	0.22	8	800	0.10	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Коэффициент редукции модуля упругости арматуры

№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s
1	100	1.00	2	200	0.92	3	300	0.90
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.77
7	700	0.72	8	800	0.65	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

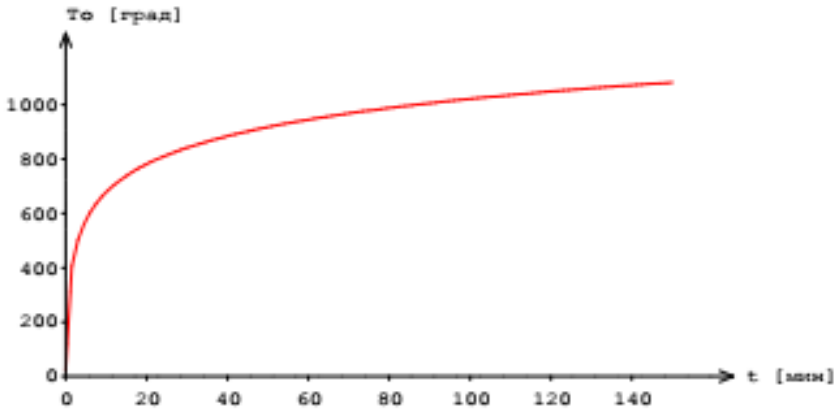
Данные для учета прогиба стены в плоскости Z

Длина колонны	l	=	4.05	м
Случайный эксцентриситет	e_{az}	=	10.0	мм
Расчетная высота	l_{0z}	=	2.85	м

Эксцентриситет e_0 принимается не менее e_a

Проверка прочности при пожаре

Зависимость температуры среды от времени



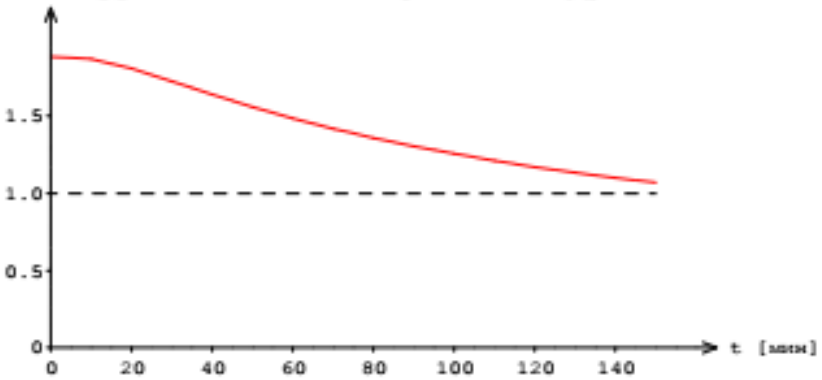
Нагрев нижней стороны

Коэффициент запаса прочности

t [мин]	T среды [°C]	γ_u
0	20	1.886
10	678	1.871
20	781	1.808
30	842	1.726

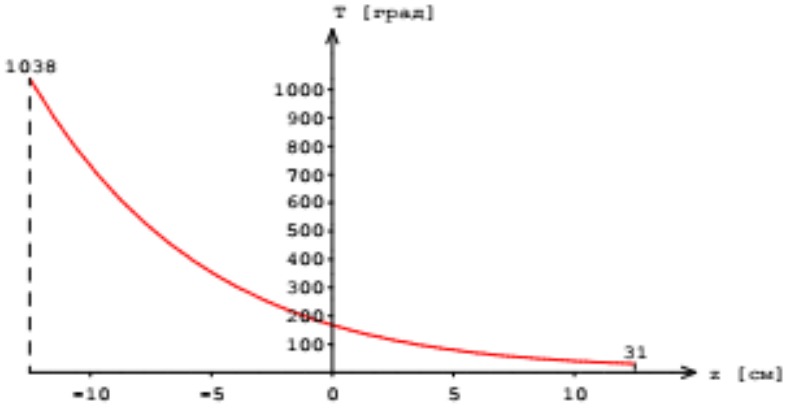
40	885	1.641
50	918	1.559
60	945	1.486
70	968	1.419
80	988	1.359
90	1006	1.306
100	1022	1.257
110	1036	1.212
120	1049	1.171
130	1061	1.134
140	1072	1.100
150	1082	1.070

Коэффициент запаса прочности $\gamma_{(t)}$



Температурное поле при t = 150 мин

Температура T на оси z



Изотермы



Взам.инв.№

Подп. и дата

Инв.№ подл

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

29-0322-ОК-1-РОК

Лист 12

Проверка прочности для сочетания усилий 1

Расчетный момент с учетом случайного эксцентриситета и прогиба

M_y [кНм/м]	δ_e [-]	D_b [МНм2/м]	D_s [МНм2/м]	D [МНм2/м]	N_{cr} [кН/м]	η [-]	ηM_y [кНм/м]
63.0	0.150	25.146	1.104	4.964	6031	1.76	110.7

Примечание. $D = 0.15/[\varphi_1(0.3 + \delta_e)]D_b + 0.7D_s$, $\varphi_1 = 2.0$

Расчетный момент с учетом температурного прогиба

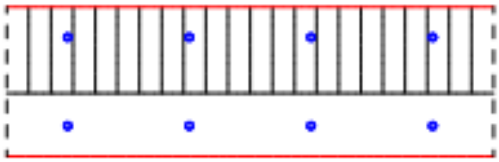
T_s [°C]	T_b [°C]	$\alpha_{st}\cdot10^6$ [1/°C]	$\alpha_{bt}\cdot10^6$ [1/°C]	h_0 [см]	e_t [мм]	e_tN [кНм/м]	M_y [кНм/м]
504	31	14.0	9.0	19.9	34.7	90.1	200.9

Примечание. $e_t = (\alpha_{st}\cdot T_s - \alpha_{bt}\cdot T_b)l_0^2/(8h_0)$ согласно СП 468, (8.29)

Предельные усилия

N [кН/м]	M_y [кНм/м]	N_u [кН/м]	M_{yu} [кНм/м]	γ_u
2600.0	200.9	2781.1	214.8	1.070

Сжатая зона при действии предельных усилий



Высота сжатой зоны $x = 14.4$ см

Кривизна $\kappa_y = -0.02507$ 1/м

Деформации бетона

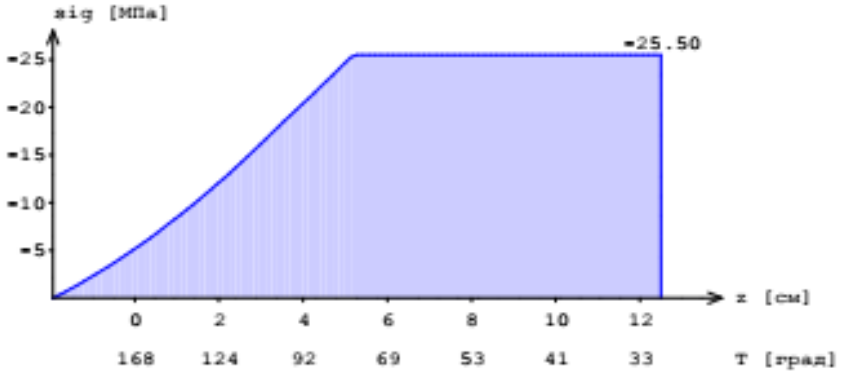
Верхняя сторона			Нижняя сторона		
ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
-3.62*	-25.50	31	2.65	0.00	1038

* предельная деформация

Деформации арматуры

Верхняя арматура			Нижняя арматура		
ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
-2.34	-400.0	57	1.37	218.5	504

Напряжение в сжатом бетоне



Усилия

	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
в бетоне	2678.49	188.96
в арматуре	102.64	25.88
суммарные	2781.13	214.84

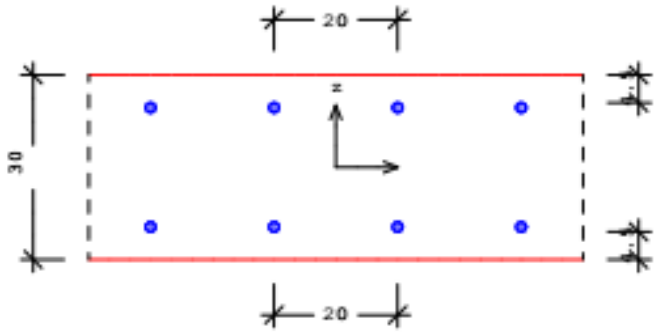
Огнестойкость обеспечена

Стены толщиной 300 мм, требуемая огнестойкость REI=150 мин.

Поз. ст t300 **Расчет по огнестойкости**

Сечение стены — Высота сечения — h = 30.0 см

Арматура
- Диаметр стержней — d_s = 16 мм
- Шаг стержней — s = 20 см
- Толщина защитного слоя — a_s = 45 мм



Усилия — Относительно центральной оси бетонного сечения

№	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
1	3200.0	180.0

Расчет — Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон — В 35 (тяжелый)
на силикатном заполнителе
Плотность бетона — ρ = 2300 кг/м3
Бетон сухой

Продольная арматура — A500

Сопротивления при нормальной температуре
- R_{bn} = 25.50 МПа
- R_{sn} = 500 МПа
- R_{sc} = 400 МПа

Модули упругости при нормальной температуре
- E_b = 34.5 ГПа
- E_s = 200.0 ГПа

Коэффициент условий работы бетона

№	T [°C]	γbt	№	T [°C]	γbt	№	T [°C]	γbt
1	100	1.00	2	200	0.98	3	300	0.95
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.60
7	700	0.20	8	800	0.10	9	900	0.05

10	1000	0.03	11	1100	0.01	12	1200	0.00

Параметры диаграммы сжатого бетона

T [°C]	20	100	200	300	400	500	600
ε_{b1} [%.]	1.5	1.9	2.6	3.8	4.9	6.8	10.7
ε_{b2} [%.]	3.5	4.4	6.1	8.8	11.4	15.8	25.0

Коэффициент редукции модуля упругости бетона

T°C	20	200	300	400	500	600	700	800
β_b	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05

Коэффициент условий работы арматуры

№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}
1	100	1.00	2	200	1.00	3	300	1.00
4	400	0.85	5	500	0.60	6	600	0.37
7	700	0.22	8	800	0.10	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Коэффициент редукции модуля упругости арматуры

№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s
1	100	1.00	2	200	0.92	3	300	0.90
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.77
7	700	0.72	8	800	0.65	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

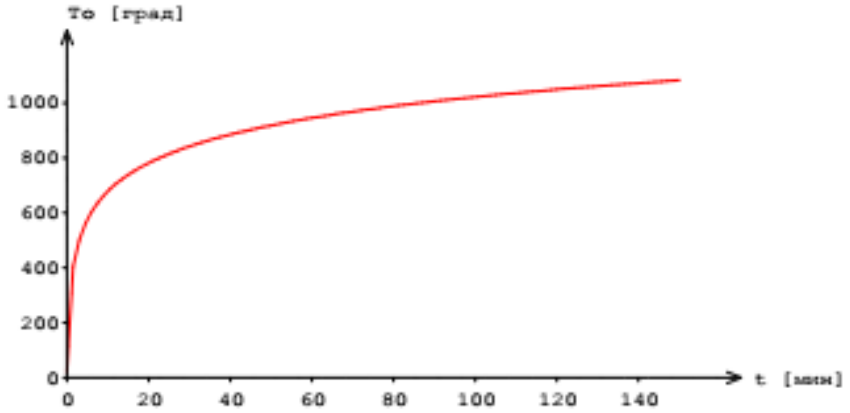
Данные для учета прогиба стены в плоскости Z

Длина колонны	l	=	4.05	м
Случайный эксцентриситет	e_{az}	=	10.0	мм
Расчетная высота	l_{0z}	=	2.85	м

Эксцентриситет e_0 принимается не менее e_a

Проверка прочности при пожаре

Зависимость температуры среды от времени



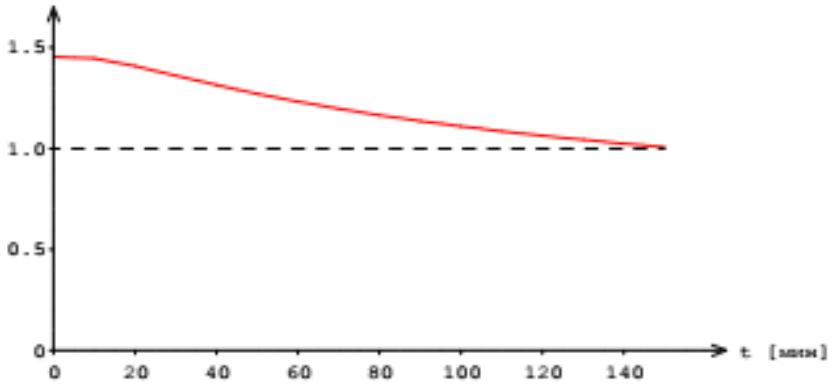
Нагрев нижней стороны

Коэффициент запаса прочности

t [мин]	T среды [°C]	γ_u
0	20	1.455
10	678	1.445

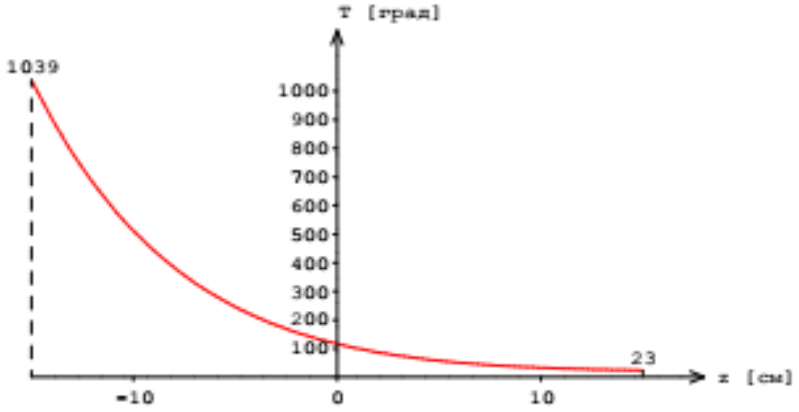
20	781	1.407
30	842	1.361
40	885	1.314
50	918	1.271
60	945	1.232
70	968	1.197
80	988	1.165
90	1006	1.136
100	1022	1.110
110	1036	1.086
120	1049	1.063
130	1061	1.043
140	1072	1.025
150	1082	1.007

Коэффициент запаса прочности γ_u

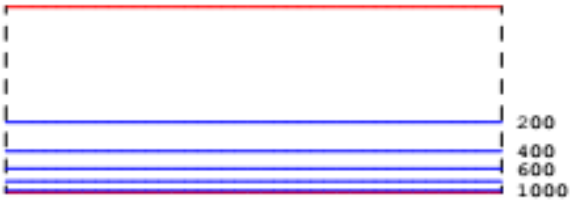


Температурное поле при t = 150 мин

Температура T на оси z



Изотермы



Проверка прочности для сочетания усилий 1

Расчетный момент с учетом случайного эксцентриситета и прогиба

M_y [кНм/м]	δ_e [-]	D_b [МНм2/м]	D_a [МНм2/м]	D [МНм2/м]	N_{cr} [кН/м]	η [-]	ηM_y [кНм/м]
180.0	0.188	45.967	3.403	9.454	11487	1.39	249.5

Примечание. $D = 0.15/[\varphi_1(0.3 + \delta_e)]D_b + 0.7D_a$, $\varphi_1 = 2.0$

Расчетный момент с учетом температурного прогиба

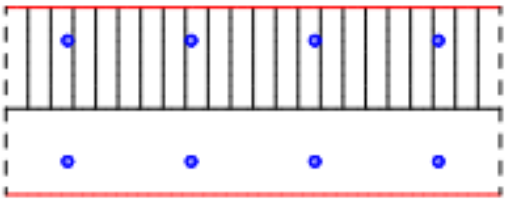
T_a [°C]	T_b [°C]	$\alpha_{at}\cdot 10^6$ [1/°C]	$\alpha_{bt}\cdot 10^6$ [1/°C]	h_0 [см]	e_t [мм]	$e_t N$ [кНм/м]	M_y [кНм/м]
491	23	14.0	9.0	24.7	27.3	87.3	336.8

Примечание. $e_t = (\alpha_{at}\cdot T_a - \alpha_{bt}\cdot T_b) l_0^2/(8h_0)$ согласно СП 468, (8.29)

Предельные усилия

N [кН/м]	M_y [кНм/м]	N_u [кН/м]	M_{yu} [кНм/м]	γ_u
3200.0	336.8	3223.3	339.2	1.007

Сжатая зона при действии предельных усилий



Высота сжатой зоны $x = 16.2$ см

Кривизна $\kappa_y = -0.02181$ 1/м

Деформации бетона

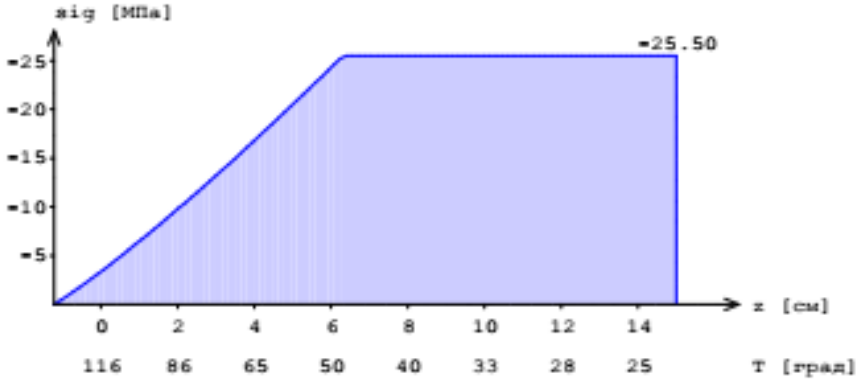
Верхняя сторона			Нижняя сторона		
ε [‰]	σ [МПа]	T [°C]	ε [‰]	σ [МПа]	T [°C]
-3.54*	-25.50	23	3.01	0.00	1039

* предельная деформация

Деформации арматуры

Верхняя арматура			Нижняя арматура		
ε [‰]	σ [МПа]	T [°C]	ε [‰]	σ [МПа]	T [°C]
-2.38	-400.0	34	1.85	297.7	491

Напряжение в сжатом бетоне



Усилия

	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
в бетоне	3120.43	271.21
в арматуре	102.88	68.03
суммарные	3223.31	339.24

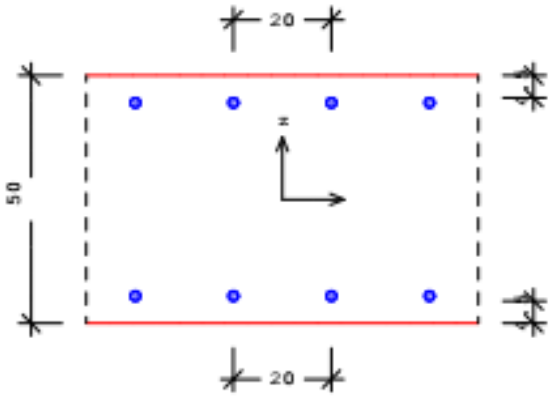
Огнестойкость обеспечена

Стены толщиной 500 мм, требуемая огнестойкость REI=150 мин.

Поз. ст t500 **Расчет по огнестойкости**

Сечение стены — Высота сечения — h = 50.0 см

Арматура
- Диаметр стержней — d_s = 20 мм
- Шаг стержней — s = 20 см
- Толщина защитного слоя — a_s = 45 мм



Усилия — Относительно центральной оси бетонного сечения

№	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
1	9350.0	500.0

Расчет — Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон — B 35 (тяжелый)
на силикатном заполнителе
Плотность бетона — ρ = 2300 кг/м3
Бетон сухой

Продольная арматура — A500

Сопротивления при нормальной температуре
- R_{bn} = 25.50 МПа
- R_{sn} = 500 МПа
- R_{sc} = 400 МПа

Модули упругости при нормальной температуре
- E_b = 34.5 ГПа
- E_s = 200.0 ГПа

Коэффициент условий работы бетона

№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}
1	100	1.00	2	200	0.98	3	300	0.95
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.60
7	700	0.20	8	800	0.10	9	900	0.05
10	1000	0.03	11	1100	0.01	12	1200	0.00

Параметры диаграммы сжатого бетона

T	[°C]	20	100	200	300	400	500	600
ε_{b1}	[%.]	1.5	1.9	2.6	3.8	4.9	6.8	10.7
ε_{b2}	[%.]	3.5	4.4	6.1	8.8	11.4	15.8	25.0

Коэффициент редукции модуля упругости бетона

$T^{\circ}C$	20	200	300	400	500	600	700	800
β_b	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05

Коэффициент условий работы арматуры

№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}
1	100	1.00	2	200	1.00	3	300	1.00
4	400	0.85	5	500	0.60	6	600	0.37
7	700	0.22	8	800	0.10	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Коэффициент редукции модуля упругости арматуры

№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s
1	100	1.00	2	200	0.92	3	300	0.90
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.77
7	700	0.72	8	800	0.65	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

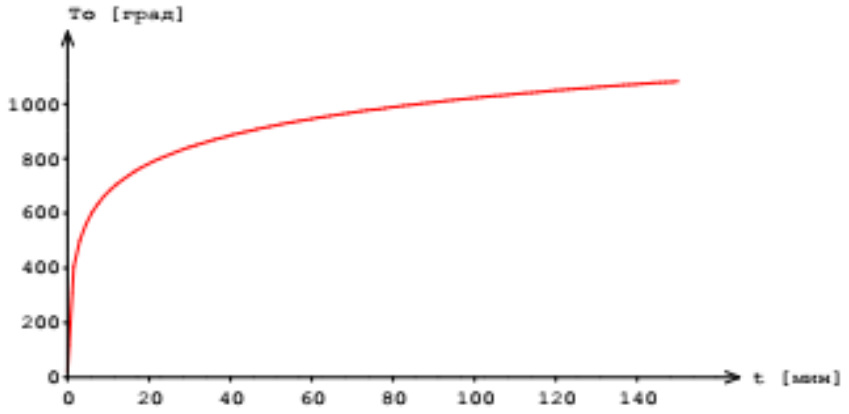
Данные для учета прогиба стены в плоскости Z

Длина колонны	l	=	4.05	м
Случайный эксцентриситет	e_{az}	=	16.7	мм
Расчетная высота	l_{0z}	=	2.85	м

Эксцентриситет e_0 принимается не менее e_a

Проверка прочности при пожаре

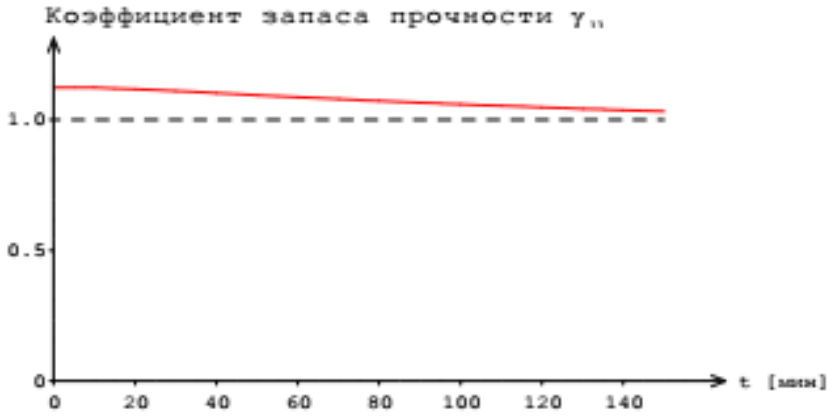
Зависимость температуры среды от времени



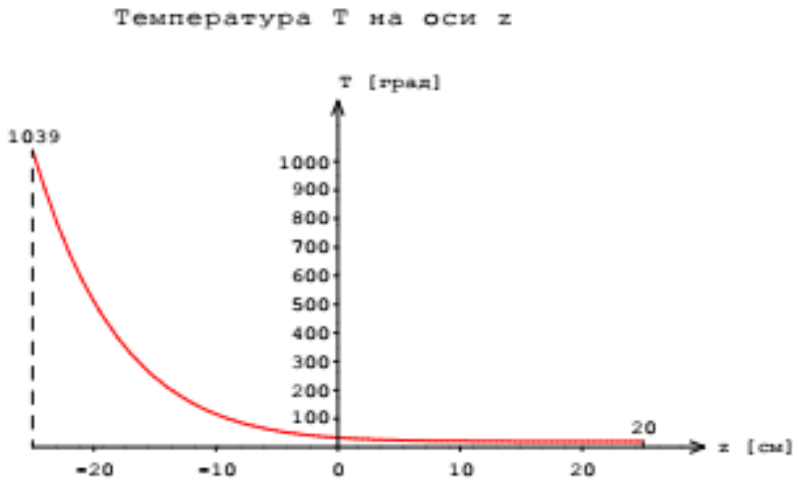
Нагрев нижней стороны

Коэффициент запаса прочности

t [мин]	T среды [°C]	γ_u
0	20	1.124
10	678	1.123
20	781	1.117
30	842	1.110
40	885	1.102
50	918	1.094
60	945	1.086
70	968	1.079
80	988	1.072
90	1006	1.065
100	1022	1.059
110	1036	1.053
120	1049	1.047
130	1061	1.042
140	1072	1.037
150	1082	1.032



Температурное поле при t = 150 мин



Изотермы



Проверка прочности для сочетания усилий 1

Расчетный момент с учетом случайного эксцентриситета и прогиба

M_y [кНм/м]	δ_e [-]	D_b [МНм2/м]	D_s [МНм2/м]	D [МНм2/м]	N_{cr} [кН/м]	η [-]	ηM_y [кНм/м]
500.0	0.150	242.271	21.641	55.527	67470	1.16	580.4

Примечание. $D = 0.15/[\varphi_l(0.3 + \delta_e)]D_b + 0.7D_s$, $\varphi_l = 2.0$

Расчетный момент с учетом температурного прогиба

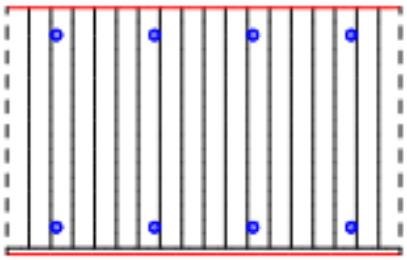
T_s [°C]	T_b [°C]	$\alpha_{st}\cdot 10^6$ [1/°C]	$\alpha_{bt}\cdot 10^6$ [1/°C]	h_0 [см]	e_t [мм]	$e_t N$ [кНм/м]	M_y [кНм/м]
477	20	13.9	9.0	44.5	14.7	137.4	717.8

Примечание. $e_t = (\alpha_{st}\cdot T_s - \alpha_{bt}\cdot T_b)l_0^2/(8h_0)$ согласно СП 468, (8.29)

Предельные усилия

N [кН/м]	M_y [кНм/м]	N_u [кН/м]	M_{yu} [кНм/м]	γ_u
9350.0	717.8	9652.5	741.0	1.032

Сжатая зона при действии предельных усилий



Высота сжатой зоны $x = 48.7$ см

Кривизна $\kappa_y = -0.00718$ 1/м

Деформации бетона

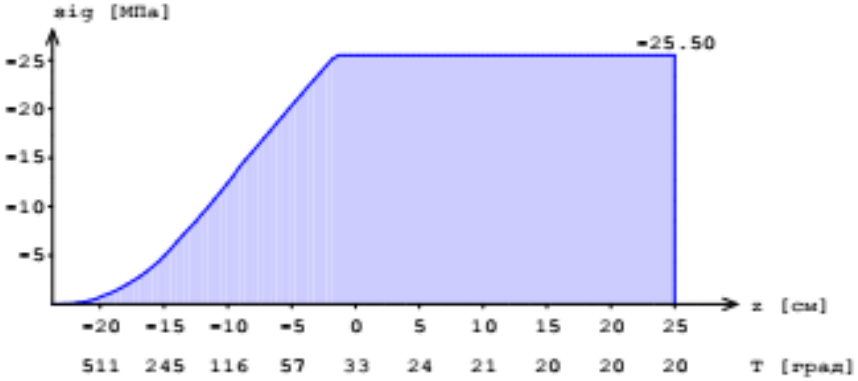
Верхняя сторона			Нижняя сторона		
ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
-3.50*	-25.50	20	0.09	0.00	1039

* предельная деформация

Деформации арматуры

Верхняя арматура			Нижняя арматура		
ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
-3.11	-400.0	20	-0.30	-49.4	477

Напряжение в сжатом бетоне



Усилия

	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
в бетоне	8946.48	633.67
в арматуре	705.99	107.38
суммарные	9652.47	741.05

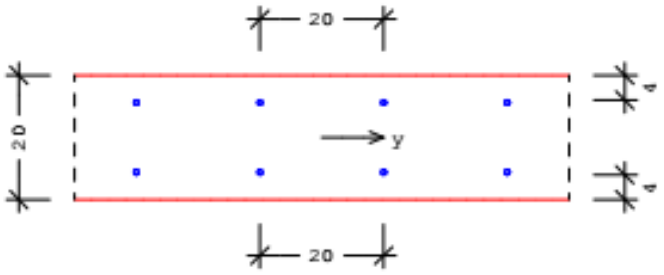
Огнестойкость обеспечена

Стены лифтовой шахты толщиной 200 мм, требуемая огнестойкость REI=150 мин.

Поз. ст t200 **Расчет по огнестойкости**

Сечение стены — Высота сечения — h = 20.0 см

Арматура
- Диаметр стержней — d_s = 8 мм
- Шаг стержней — s = 20.0 см
- Толщина защитного слоя — a_s = 40 мм



Усилия — Относительно центральной оси бетонного сечения

№	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
1	1000.0	

Расчет — Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон **В 35 (тяжелый)**
на силикатном заполнителе
Плотность бетона — ρ = 2300 кг/м3
Бетон сухой

Продольная арматура **A500**

Сопротивления при нормальной температуре
- R_{bn} = 25.50 МПа
- R_{sn} = 500 МПа
- R_{sc} = 400 МПа

Модули упругости при нормальной температуре
- E_b = 34.5 ГПа
- E_s = 200.0 ГПа

Коэффициент условий работы бетона

№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}
1	100	1.00	2	200	0.98	3	300	0.95
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.60
7	700	0.20	8	800	0.10	9	900	0.05
10	1000	0.03	11	1100	0.01	12	1200	0.00

Параметры диаграммы сжатого бетона

T [°C]	20	100	200	300	400	500	600
ε_{b1} [%.]	1.5	1.9	2.6	3.8	4.9	6.8	10.7
ε_{b2} [%.]	3.5	4.4	6.1	8.8	11.4	15.8	25.0

Коэффициент редукции модуля упругости бетона

T°C	20	200	300	400	500	600	700	800
β_b	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05

Коэффициент условий работы арматуры

№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}
1	100	1.00	2	200	1.00	3	300	1.00
4	400	0.85	5	500	0.60	6	600	0.37
7	700	0.22	8	800	0.10	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Коэффициент редукции модуля упругости арматуры

№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s
1	100	1.00	2	200	0.92	3	300	0.90
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.77
7	700	0.72	8	800	0.65	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

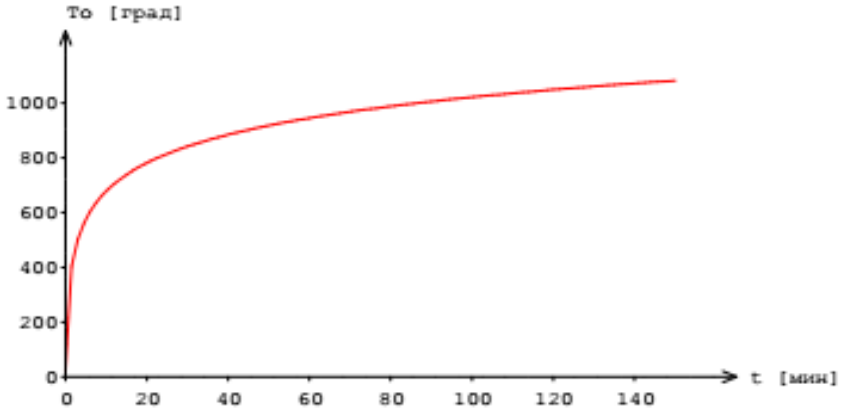
Данные для учета прогиба стены в плоскости Z

Длина колонны	l	-	4.05	м
Случайный эксцентриситет	e_{az}	-	10.0	мм
Расчетная высота	l_{0z}	-	2.85	м

Эксцентриситет e_0 принимается не менее e_a

Проверка прочности при пожаре

Зависимость температуры среды от времени



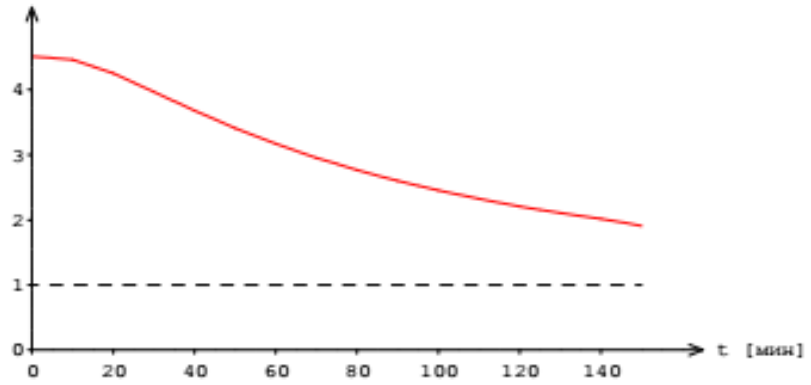
Нагрев нижней стороны

Коэффициент запаса прочности

t [мин]	T среды [°C]	γ_u
0	20	4.515
10	678	4.465
20	781	4.257
30	842	3.970

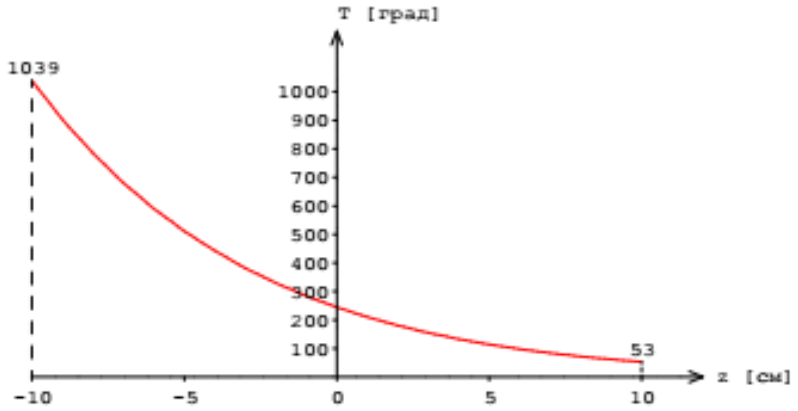
40	885	3.681
50	918	3.411
60	945	3.170
70	968	2.955
80	988	2.767
90	1006	2.600
100	1022	2.454
110	1036	2.325
120	1049	2.208
130	1061	2.107
140	1072	2.017
150	1082	1.911

Коэффициент запаса прочности $\gamma_{\text{п}}$

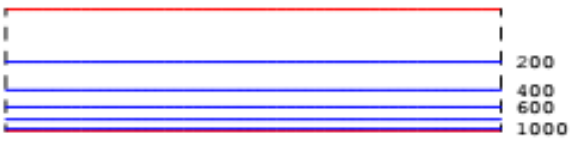


Температурное поле при t = 150 мин

Температура T на оси z



Изотермы



Проверка прочности для сочетания усилий 1

Расчетный момент с учетом случайного эксцентриситета и прогиба

M_y [кНм/м]	δ_e [-]	D_b [МНм2/м]	D_s [МНм2/м]	D [МНм2/м]	N_{cr} [кН/м]	η [-]	ηM_y [кНм/м]
10.0	0.150	11.768	0.275	2.154	2617	1.62	16.2

Знак момента выбран с учетом распределения температуры

Примечание. $D = 0.15/[\varphi_l(0.3 + \delta_e)]D_b + 0.7D_s$, $\varphi_l = 2.0$

Расчетный момент с учетом температурного прогиба

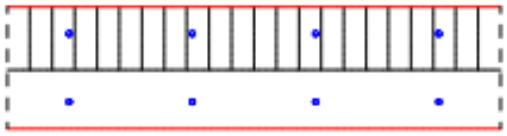
T_s [°C]	T_b [°C]	$\alpha_{st}\cdot10^6$ [1/°C]	$\alpha_{bt}\cdot10^6$ [1/°C]	h_0 [см]	e_t [мм]	e_tN [кНм/м]	M_y [кНм/м]
559	53	14.3	9.0	15.6	48.9	48.9	65.0

Примечание. $e_t = (\alpha_{st}\cdot T_s - \alpha_{bt}\cdot T_b)l_0^2/(8h_0)$ согласно СП 468, (8.29)

Предельные усилия

N [кН/м]	M_y [кНм/м]	N_u [кН/м]	M_{yu} [кНм/м]	γ_u
1000.0	65.0	1911.3	124.3	**1.911**

Сжатая зона при действии предельных усилий



Высота сжатой зоны x = 10.3 см

Кривизна κ_y = -0.03750 1/м

Деформации бетона

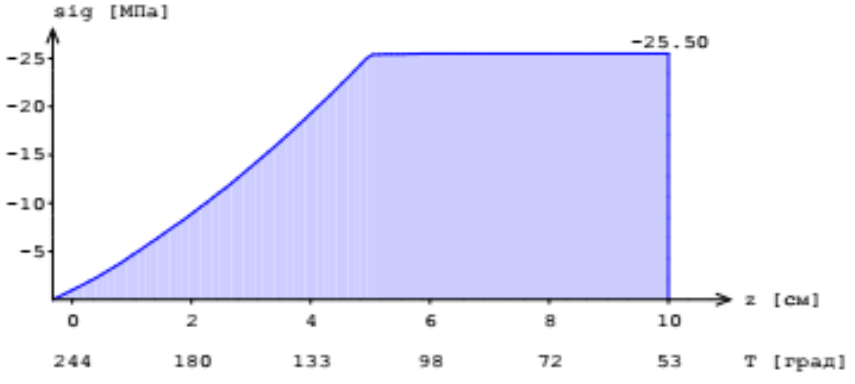
Верхняя сторона			Нижняя сторона		
ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
-3.87*	-25.50	53	3.63	0.00	1039

* предельная деформация

Деформации арматуры

Верхняя арматура			Нижняя арматура		
ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
-2.22	-400.0	104	1.98	232.6	559

Напряжение в сжатом бетоне



Усилия

	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
в бетоне	1869.23	115.41
в арматуре	42.07	8.90
суммарные	1911.30	124.32

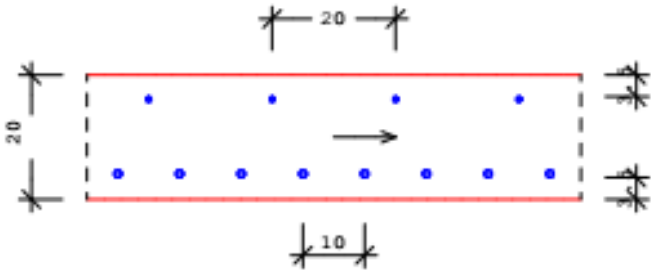
Огнестойкость обеспечена

2.2. Расчет огнестойкости плиты перекрытия на отм. -2,150.

Плита перекрытия толщиной 200 мм, требуемая огнестойкость REI=150 мин.

Поз. плт t200 **Расчет по огнестойкости**

Сечение плиты	Высота сечения	h	=	20.0	см
Верхняя арматура	Диаметр стержней	d_s	=	8	мм
	Шаг стержней	s	=	20	см
	Толщина защитного слоя	a_s	=	35	мм
Нижняя арматура	Диаметр стержней	d_s	=	12	мм
	Шаг стержней	s	=	10	см
	Толщина защитного слоя	a_s	=	35	мм



Усилия — Относительно центральной оси бетонного сечения

№	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
1		36.0

Расчет — Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон — В 35 (тяжелый)
на силикатном заполнителе
Плотность бетона — ρ = 2300 кг/м3
Бетон сухой

Продольная арматура — A500

Сопротивления при нормальной температуре

R_{bn}	= 25.50	МПа
R_{sn}	= 500	МПа
R_{sc}	= 400	МПа

Коэффициент условий работы бетона

№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}
1	100	1.00	2	200	0.98	3	300	0.95
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.60
7	700	0.20	8	800	0.10	9	900	0.05
10	1000	0.03	11	1100	0.01	12	1200	0.00

Параметры диаграммы сжатого бетона

T [°C]	20	100	200	300	400	500	600
ε_{b1} [%.]	1.5	1.9	2.6	3.8	4.9	6.8	10.7
ε_{b2} [%.]	3.5	4.4	6.1	8.8	11.4	15.8	25.0

Коэффициент редукции модуля упругости бетона

T°C	20	200	300	400	500	600	700	800
β_b	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05

Коэффициент условий работы арматуры

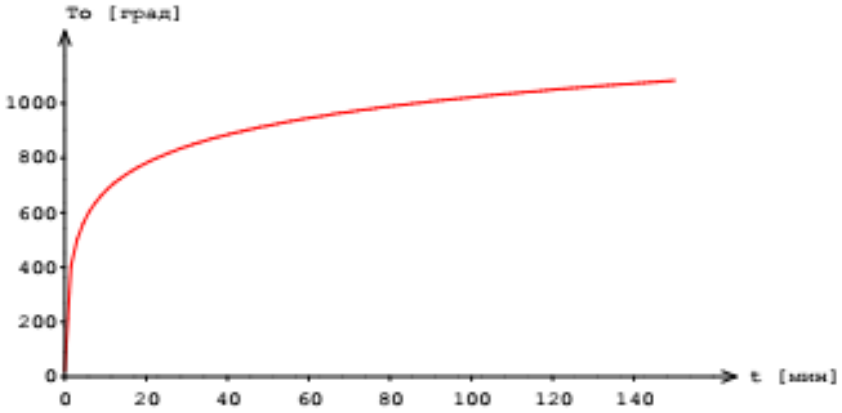
№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}
1	100	1.00	2	200	1.00	3	300	1.00
4	400	0.85	5	500	0.60	6	600	0.37
7	700	0.22	8	800	0.10	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Коэффициент редукции модуля упругости арматуры

№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s
1	100	1.00	2	200	0.92	3	300	0.90
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.77
7	700	0.72	8	800	0.65	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Проверка прочности при пожаре

Зависимость температуры среды от времени



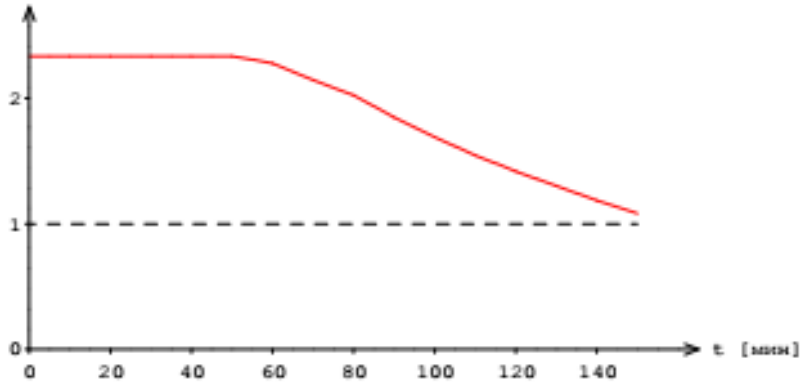
Нагрев нижней стороны

Коэффициент запаса прочности

t [мин]	T среды [°C]	γ_u
0	20	2.337
10	678	2.337
20	781	2.337
30	842	2.337
40	885	2.337
50	918	2.337
60	945	2.280
70	968	2.145
80	988	2.025
90	1006	1.849

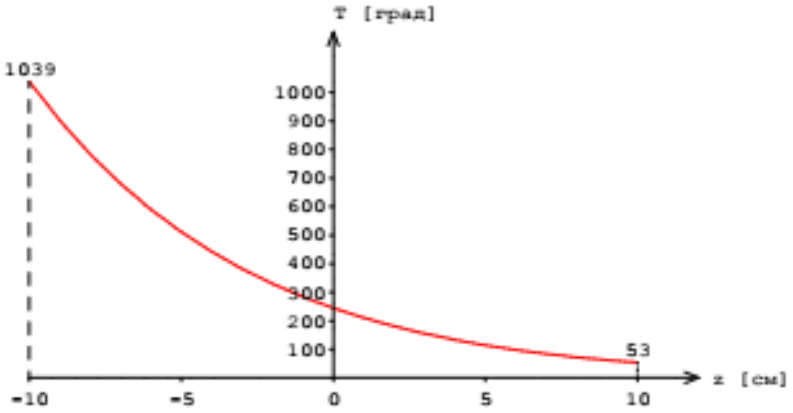
100	1022	1.690
110	1036	1.547
120	1049	1.419
130	1061	1.301
140	1072	1.187
150	1082	1.085

Коэффициент запаса прочности γ_u



Температурное поле при t = 150 мин

Температура T на оси z



Изотермы

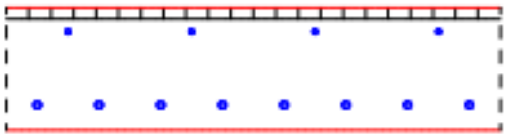


Проверка прочности для сочетания усилий 1

Предельные усилия

N [кН/м]	M_y [кНм/м]	N_u [кН/м]	M_{yu} [кНм/м]	γ_u
0.0	36.0	0.0	39.1	1.085

Сжатая зона при действии предельных усилий



Высота сжатой зоны x = 1.8 см

Кривизна κ_y = -0.21529 1/м

Деформации бетона

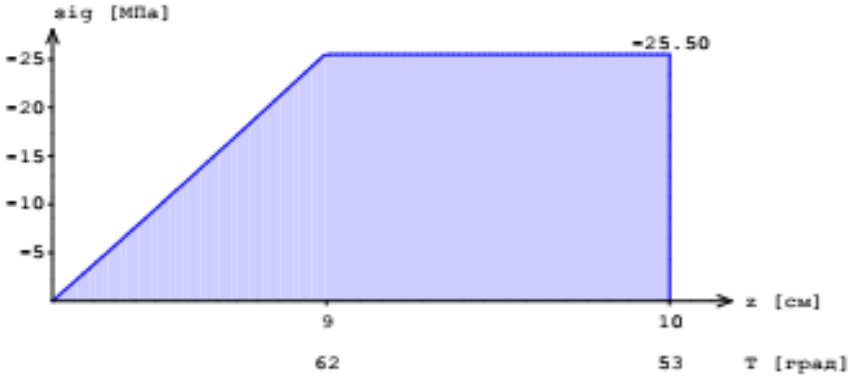
Верхняя сторона			Нижняя сторона		
ε [‰]	σ [МПа]	T [°C]	ε [‰]	σ [МПа]	T [°C]
-3.87*	-25.50	53	39.19	0.00	1039

* предельная деформация

Деформации арматуры

Верхняя арматура			Нижняя арматура		
ε [‰]	σ [МПа]	T [°C]	ε [‰]	σ [МПа]	T [°C]
4.52	500.0	96	30.36	205.3	582

Напряжение в сжатом бетоне



Усилия

	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
в бетоне	357.84	33.02
в арматуре	-357.84	6.03
суммарные	0.00	39.05

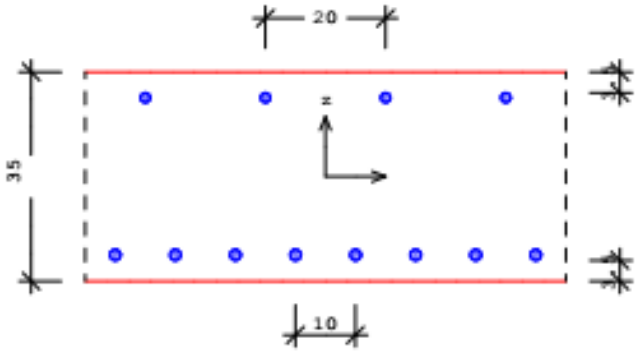
Огнестойкость обеспечена

2.3. Расчет огнестойкости плиты покрытия встроенно-пристроенной автостоянки

Плита покрытия толщиной 350 мм, требуемая огнестойкость REI=150 мин.

Поз. плт t350 **Расчет по огнестойкости**

Сечение плиты	Высота сечения	h	=	35.0	см
Верхняя арматура	Диаметр стержней	d_s	=	16	мм
	Шаг стержней	s	=	20	см
	Толщина защитного слоя	a_s	=	35	мм
Нижняя арматура	Диаметр стержней	d_s	=	18	мм
	Шаг стержней	s	=	10	см
	Толщина защитного слоя	a_s	=	35	мм



Усилия — Относительно центральной оси бетонного сечения

№	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
1		170.0

Расчет — Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон — В 35 (тяжелый)
на силикатном заполнителе
Плотность бетона — ρ = 2300 кг/м3
Бетон сухой

Продольная арматура — A500

Сопротивления при нормальной температуре

R_{bn}	= 25.50	МПа
R_{sn}	= 500	МПа
R_{sc}	= 400	МПа

Коэффициент условий работы бетона

№	T [°C]	γbt	№	T [°C]	γbt	№	T [°C]	γbt
1	100	1.00	2	200	0.98	3	300	0.95
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.60

7	700	0.20	8	800	0.10	9	900	0.05
10	1000	0.03	11	1100	0.01	12	1200	0.00

Параметры диаграммы сжатого бетона

T [°C]	20	100	200	300	400	500	600
ε_{b1} [%.]	1.5	1.9	2.6	3.8	4.9	6.8	10.7
ε_{b2} [%.]	3.5	4.4	6.1	8.8	11.4	15.8	25.0

Коэффициент редукции модуля упругости бетона

T°C	20	200	300	400	500	600	700	800
β_b	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05

Коэффициент условий работы арматуры

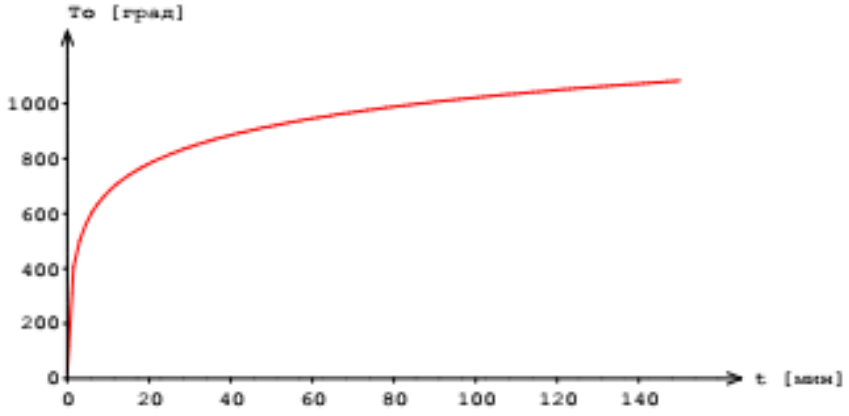
№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}
1	100	1.00	2	200	1.00	3	300	1.00
4	400	0.85	5	500	0.60	6	600	0.37
7	700	0.22	8	800	0.10	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Коэффициент редукции модуля упругости арматуры

№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s
1	100	1.00	2	200	0.92	3	300	0.90
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.77
7	700	0.72	8	800	0.65	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Проверка прочности при пожаре

Зависимость температуры среды от времени



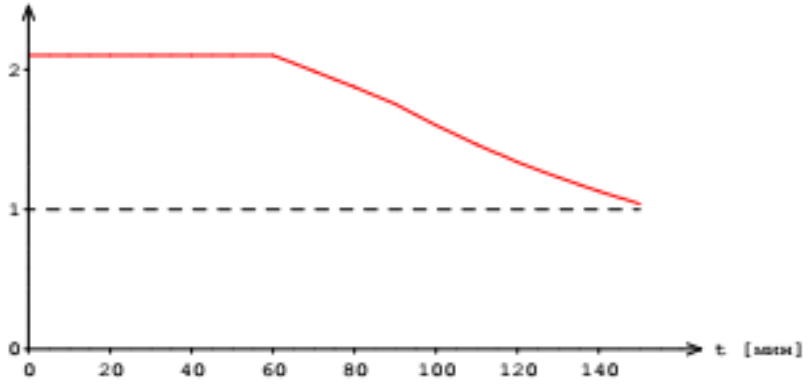
Нагрев нижней стороны

Коэффициент запаса прочности

t [мин]	T среды [°C]	γ_u
0	20	2.103
10	678	2.103
20	781	2.103
30	842	2.103
40	885	2.103
50	918	2.103
60	945	2.103

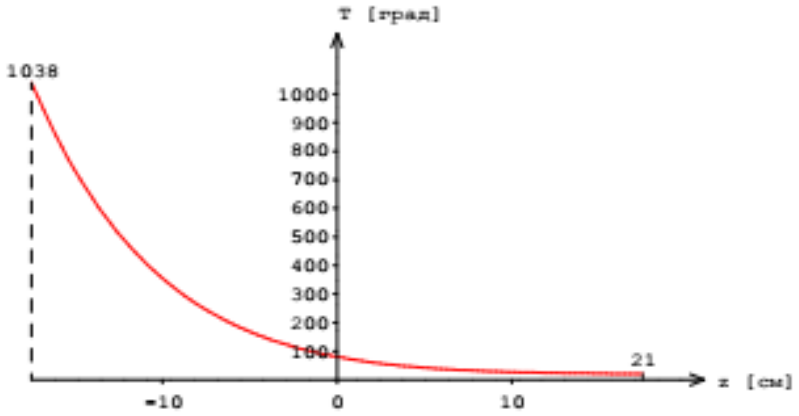
70	968	1.987
80	988	1.875
90	1006	1.753
100	1022	1.602
110	1036	1.464
120	1049	1.338
130	1061	1.228
140	1072	1.129
150	1082	1.038

Коэффициент запаса прочности $\gamma_{\text{п}}$



Температурное поле при t = 150 мин

Температура T на оси z



Изотермы

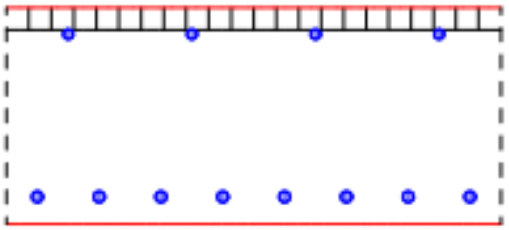


Проверка прочности для сочетания усилий 1

Предельные усилия

N [кН/м]	M_y [кНм/м]	N_u [кН/м]	M_{yu} [кНм/м]	γ_u
0.0	170.0	0.0	176.4	1.038

Сжатая зона при действии предельных усилий



Высота сжатой зоны x = 3.6 см

Кривизна κ_y =-0.09720 1/м

Деформации бетона

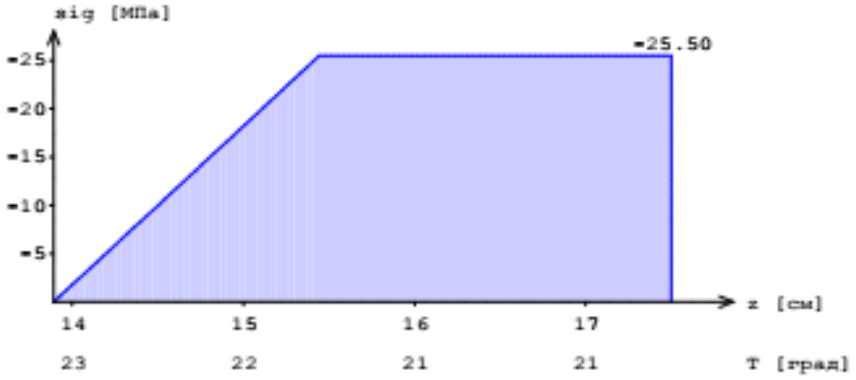
Верхняя сторона ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	Нижняя сторона ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
-3.51*	-25.50	21	30.51	0.00	1038

* предельная деформация

Деформации арматуры

Верхняя арматура ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	Нижняя арматура ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
0.67	134.0	23	26.24	233.0	558

Напряжение в сжатом бетоне



Усилия

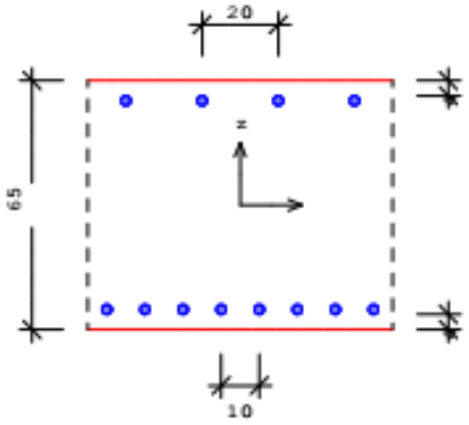
	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
в бетоне	727.56	116.54
в арматуре	-727.57	59.88
суммарные	-0.01	176.41

Огнестойкость обеспечена

Плита покрытия толщиной 650 мм, требуемая огнестойкость REI=150 мин.

Поз. плт t650 **Расчет по огнестойкости**

Сечение плиты	Высота сечения	h	=	65.0	см
Верхняя арматура	Диаметр стержней	d_s	=	25	мм
	Шаг стержней	s	=	20	см
	Толщина защитного слоя	a_s	=	40	мм
Нижняя арматура	Диаметр стержней	d_s	=	25	мм
	Шаг стержней	s	=	10	см
	Толщина защитного слоя	a_s	=	40	мм



Усилия — Относительно центральной оси бетонного сечения

№	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
1		780.0

Расчет — Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон — В 35 (тяжелый)
на силикатном заполнителе
Плотность бетона — ρ = 2300 кг/м3
Бетон сухой

Продольная арматура — A500

Сопротивления при нормальной температуре

R_{bn}	=	25.50	МПа
R_{sn}	=	500	МПа
R_{sc}	=	400	МПа

Коэффициент условий работы бетона

№	T [°C]	γbt	№	T [°C]	γbt	№	T [°C]	γbt
1	100	1.00	2	200	0.98	3	300	0.95
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.60
7	700	0.20	8	800	0.10	9	900	0.05
10	1000	0.03	11	1100	0.01	12	1200	0.00

Параметры диаграммы сжатого бетона

T [°C]	20	100	200	300	400	500	600
ε_{b1} [%.]	1.5	1.9	2.6	3.8	4.9	6.8	10.7
ε_{b2} [%.]	3.5	4.4	6.1	8.8	11.4	15.8	25.0

Коэффициент редукции модуля упругости бетона

T°C	20	200	300	400	500	600	700	800
β_b	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05

Коэффициент условий работы арматуры

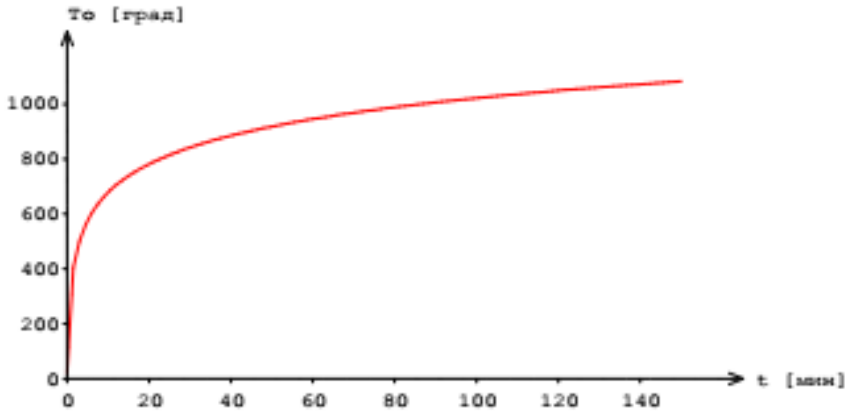
№	T [°C]	γst	№	T [°C]	γst	№	T [°C]	γst
1	100	1.00	2	200	1.00	3	300	1.00
4	400	0.85	5	500	0.60	6	600	0.37
7	700	0.22	8	800	0.10	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Коэффициент редукции модуля упругости арматуры

№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s
1	100	1.00	2	200	0.92	3	300	0.90
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.77
7	700	0.72	8	800	0.65	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Проверка прочности при пожаре

Зависимость температуры среды от времени

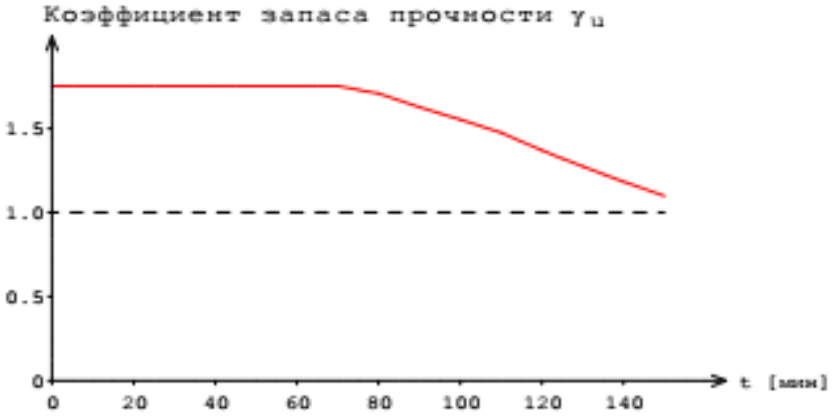


Нагрев нижней стороны

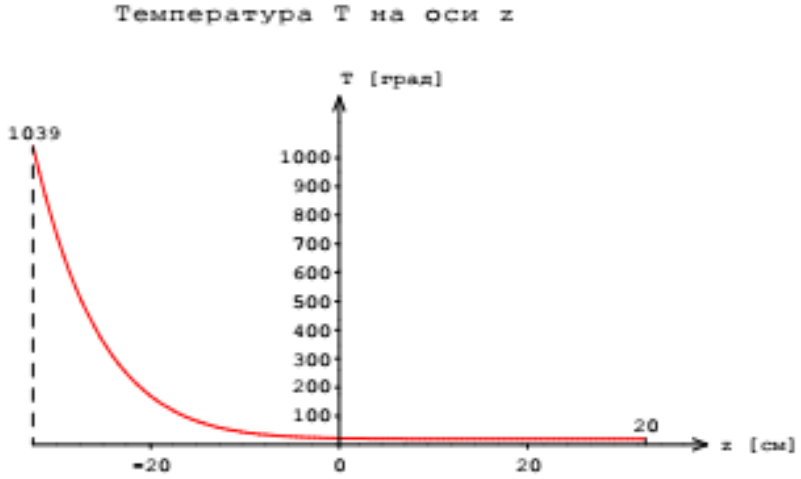
Коэффициент запаса прочности

t [мин]	T среды [°C]	γu
0	20	1.753
10	678	1.753

20	781	1.753
30	842	1.753
40	885	1.753
50	918	1.753
60	945	1.753
70	968	1.753
80	988	1.707
90	1006	1.626
100	1022	1.553
110	1036	1.475
120	1049	1.370
130	1061	1.273
140	1072	1.183
150	1082	1.099



Температурное поле при t = 150 мин



Изотермы

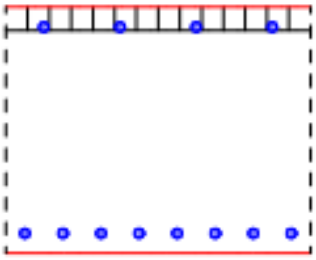


Проверка прочности для сочетания усилий 1

Предельные усилия

N [кН/м]	M_y [кНм/м]	N_u [кН/м]	M_{yu} [кНм/м]	γ_u
0.0	780.0	0.0	856.9	1.099

Сжатая зона при действии предельных усилий



Высота сжатой зоны x = 6.2 см

Кривизна κ_y = -0.05648 1/м

Деформации бетона

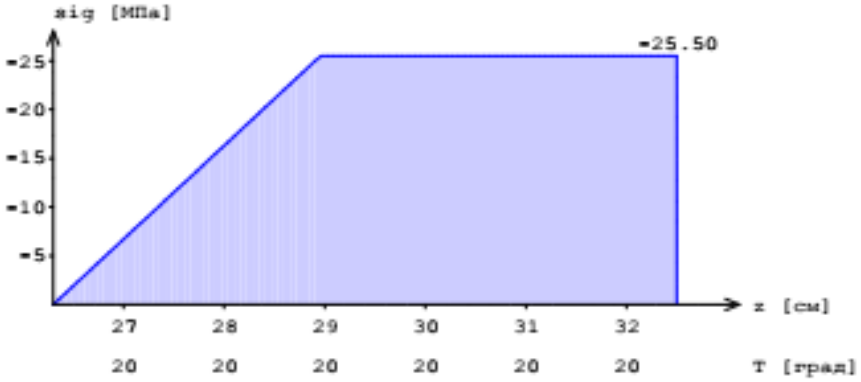
Верхняя сторона ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	Нижняя сторона ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
-3.50*	-25.50	20	33.21	0.00	1039

* предельная деформация

Деформации арматуры

Верхняя арматура ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	Нижняя арматура ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
-0.53	-107.0	20	30.24	307.5	494

Напряжение в сжатом бетоне



Усилия

	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
в бетоне	1246.96	373.97
в арматуре	-1246.98	482.93
суммарные	-0.02	856.90

Огнестойкость обеспечена

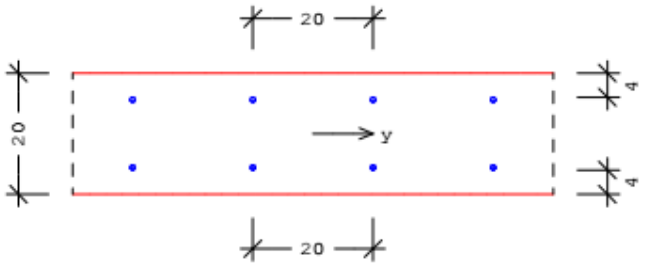
2.4. Расчет огнестойкости несущих элементов надземной части жилого корпуса

Внутренние стены лестничных клеток толщиной 200 мм, требуемая огнестойкость REI=150 мин.

Поз. ст t200_2 **Расчет по огнестойкости стен лестн. надзем. жил.**

Сечение стены — Высота сечения $h = 20.0$ см

Арматура — Диаметр стержней $d_s = 8$ мм; Шаг стержней $s = 20.0$ см; Толщина защитного слоя $a_s = 40$ мм



Усилия — Относительно центральной оси бетонного сечения

№	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
1	2000.0	-10.0

Расчет — Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон **В 30 (тяжелый)**
на силикатном заполнителе
Плотность бетона $\rho = 2300$ кг/м3
Бетон сухой

Продольная арматура **A500**

Сопротивления при нормальной температуре
$R_{bn} = 22.00$ МПа
$R_{sn} = 500$ МПа
$R_{sc} = 400$ МПа

Модули упругости при нормальной температуре
$E_b = 32.5$ ГПа
$E_s = 200.0$ ГПа

Коэффициент условий работы бетона

№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}
1	100	1.00	2	200	0.98	3	300	0.95
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.60
7	700	0.20	8	800	0.10	9	900	0.05
10	1000	0.03	11	1100	0.01	12	1200	0.00

Параметры диаграммы сжатого бетона

T [°C]	20	100	200	300	400	500	600
ε_{b1} [%.]	1.5	1.9	2.6	3.8	4.9	6.8	10.7
ε_{b2} [%.]	3.5	4.4	6.1	8.8	11.4	15.8	25.0

Коэффициент редукции модуля упругости бетона

T°C	20	200	300	400	500	600	700	800
β_b	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05

Коэффициент условий работы арматуры

№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}
1	100	1.00	2	200	1.00	3	300	1.00
4	400	0.85	5	500	0.60	6	600	0.37
7	700	0.22	8	800	0.10	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Коэффициент редукции модуля упругости арматуры

№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s
1	100	1.00	2	200	0.92	3	300	0.90
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.77
7	700	0.72	8	800	0.65	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

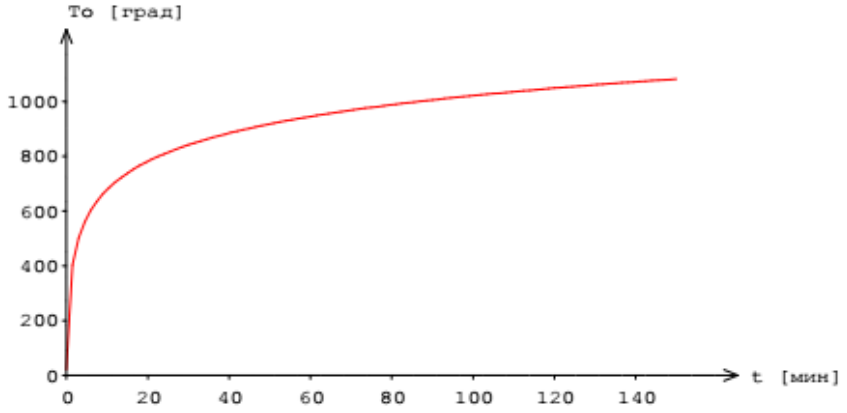
Данные для учета прогиба стены в плоскости Z

Длина колонны	l	=	2.80	м
Случайный эксцентриситет	e_{az}	=	10.0	мм
Расчетная высота	l_{0z}	=	1.96	м

Эксцентриситет e_0 принимается не менее e_a

Проверка прочности при пожаре

Зависимость температуры среды от времени



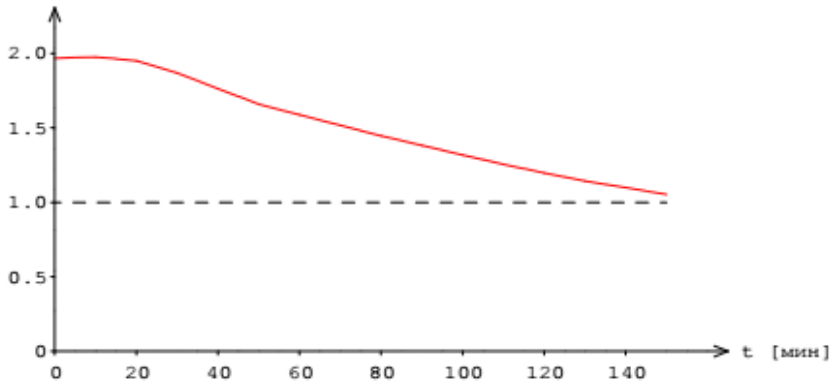
Нагрев нижней стороны

Коэффициент запаса прочности

t [мин]	T среды [°C]	γ_u
0	20	1.967
10	678	1.976
20	781	1.950
30	842	1.869

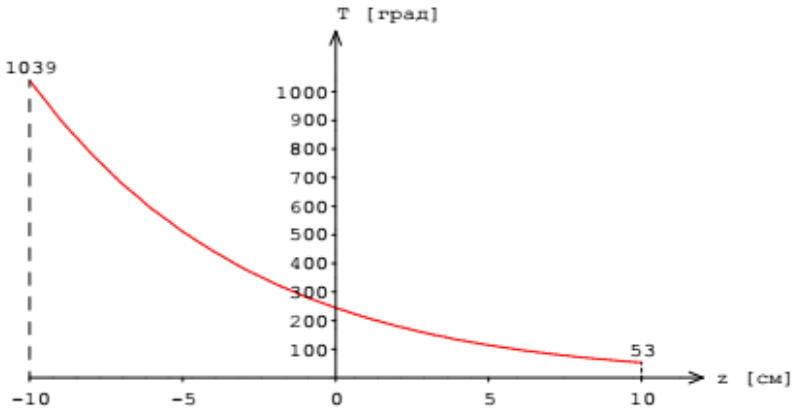
40	885	1.764
50	918	1.659
60	945	1.587
70	968	1.517
80	988	1.446
90	1006	1.382
100	1022	1.318
110	1036	1.255
120	1049	1.198
130	1061	1.144
140	1072	1.098
150	1082	1.053

Коэффициент запаса прочности γ_u

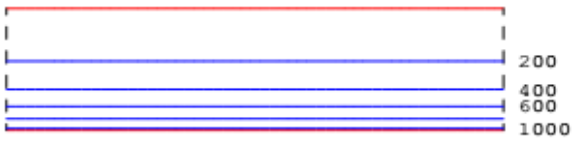


Температурное поле при t = 150 мин

Температура T на оси z



Изотермы



Проверка прочности для сочетания усилий 1

Расчетный момент с учетом случайного эксцентриситета и прогиба

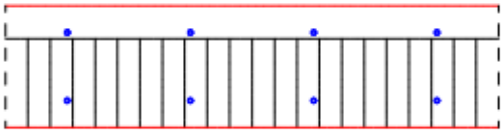
M_y [кНм/м]	δ_e [-]	D_b [МНм2/м]	D_s [МНм2/м]	D [МНм2/м]	N_{cr} [кН/м]	η [-]	ηM_y [кНм/м]
-20.0	0.150	11.086	0.275	2.040	5242	1.62	-32.3

Примечание. $D = 0.15/[\varphi_l(0.3 + \delta_e)]D_b + 0.7D_s$, $\varphi_l = 2.0$

Предельные усилия

N [кН/м]	M_y [кНм/м]	N_u [кН/м]	M_{yu} [кНм/м]	γ_u
2000.0	-32.3	2106.3	-34.1	**1.053**

Сжатая зона при действии предельных усилий



Высота сжатой зоны $x = 14.6$ см

Кривизна $\kappa_y = 0.14449$ 1/м

Деформации бетона

Верхняя сторона			Нижняя сторона		
ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
7.83	0.00	53	-21.07	-0.49	1039

Предельная деформация бетона

y [см]	z [см]	T [°C]	ε_{b2} [%.]	d [м]	ε_{b2}/d [1/м]
0.00	-2.71	367	-10.53	0.073	-0.14449

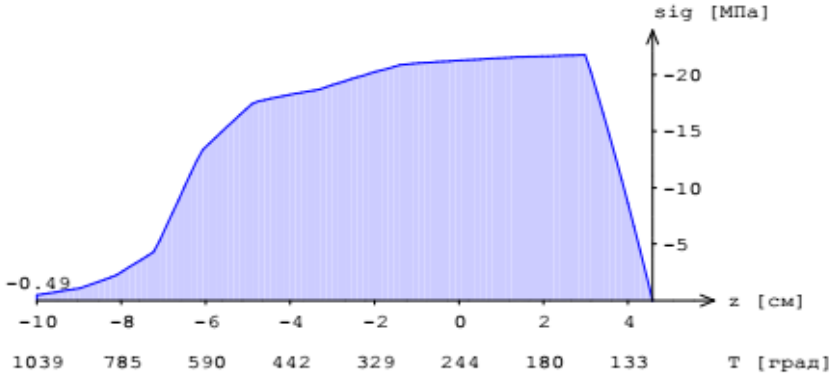
y, z - координаты точки, в которой достигается предельная деформация с учетом температуры

d - расстояние от нейтральной линии до точки (y,z)

Деформации арматуры

Верхняя арматура			Нижняя арматура		
ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
1.47	283.6	104	-14.71	-186.1	559

Напряжение в сжатом бетоне



Усилия

	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
в бетоне	2130.76	-27.45
в арматуре	-24.50	-6.61
суммарные	2106.26	-34.06

Огнестойкость обеспечена

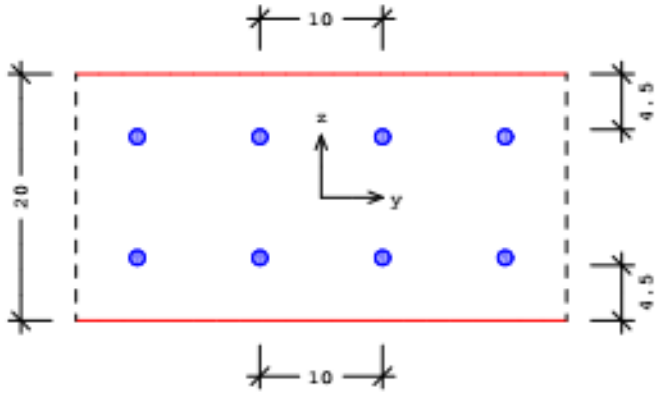
Отдельно стоящая стена толщиной 200 мм, требуемая огнестойкость REI=120 мин.

Поз. ст t200 1 **Расчет по огнестойкости стен надзем. жил. копуса**

Сечение стены — Высота сечения h = 20.0 см

Арматура

Диаметр стержней	d_s	=	12	мм
Шаг стержней	s	=	10.0	см
Толщина защитного слоя	a_s	=	45	мм



Усилия — Относительно центральной оси бетонного сечения

№	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
1	2880.0	20.0

Расчет — Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон **В 30 (тяжелый)**
на силикатном заполнителе
Плотность бетона ρ = 2300 кг/м3
Бетон сухой

Продольная арматура **A500**

Сопротивления при нормальной температуре

	R_{bn}	=	22.00	МПа
	R_{sn}	=	500	МПа
	R_{sc}	=	400	МПа

Модули упругости при нормальной температуре

	E_b	=	32.5	ГПа
	E_s	=	200.0	ГПа

Коэффициент условий работы бетона

№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}
1	100	1.00	2	200	0.98	3	300	0.95
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.60
7	700	0.20	8	800	0.10	9	900	0.05
10	1000	0.03	11	1100	0.01	12	1200	0.00

Параметры диаграммы сжатого бетона

T [°C]	20	100	200	300	400	500	600
ε_{b1} [‰]	1.5	1.9	2.6	3.8	4.9	6.8	10.7
ε_{b2} [‰]	3.5	4.4	6.1	8.8	11.4	15.8	25.0

Коэффициент редукции модуля упругости бетона

T°C	20	200	300	400	500	600	700	800
β_b	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05

Коэффициент условий работы арматуры

№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}
1	100	1.00	2	200	1.00	3	300	1.00
4	400	0.85	5	500	0.60	6	600	0.37
7	700	0.22	8	800	0.10	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Коэффициент редукции модуля упругости арматуры

№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s
1	100	1.00	2	200	0.92	3	300	0.90
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.77
7	700	0.72	8	800	0.65	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

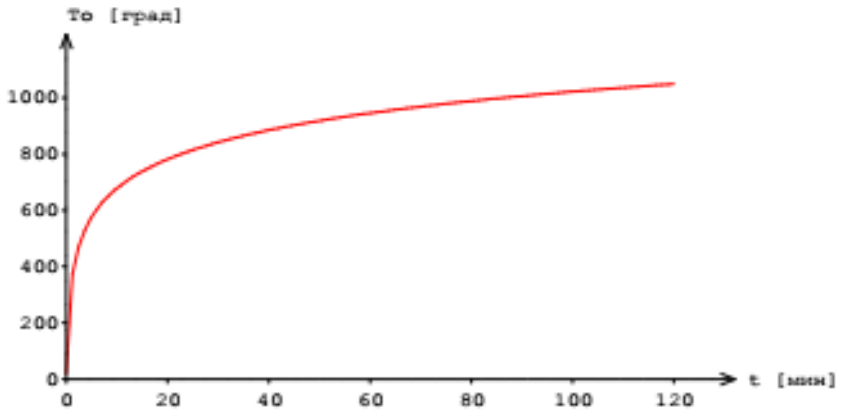
Данные для учета прогиба стены в плоскости Z

Длина колонны	l	=	2.80	м
Случайный эксцентриситет	e_{az}	=	10.0	мм
Расчетная высота	l_{0z}	=	1.96	м

Эксцентриситет e_0 принимается не менее e_a

Проверка прочности при пожаре

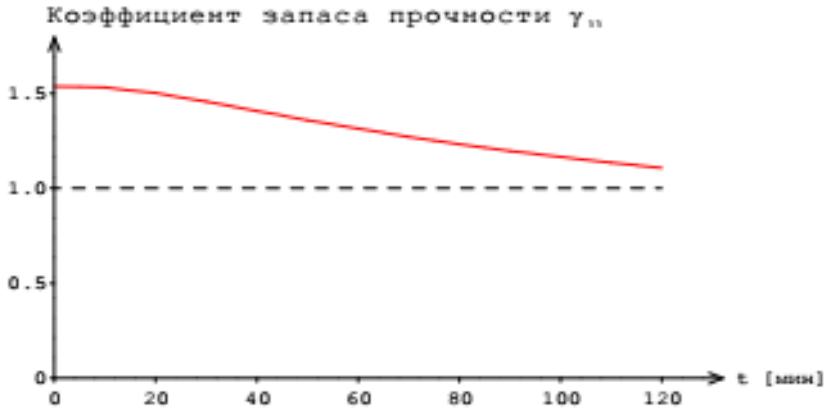
Зависимость температуры среды от времени



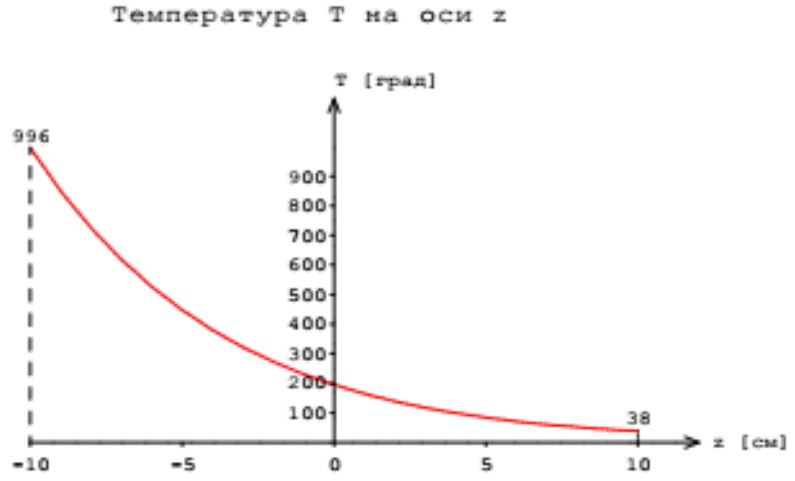
Нагрев нижней стороны

Коэффициент запаса прочности

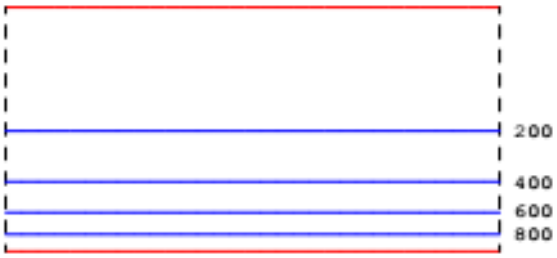
t [мин]	T среды [°C]	γ_u
0	20	1.537
10	678	1.531
20	781	1.501
30	842	1.456
40	885	1.407
50	918	1.359
60	945	1.314
70	968	1.271
80	988	1.233
90	1006	1.197
100	1022	1.165
110	1036	1.135
120	1049	1.107



Температурное поле при t = 120 мин



Изотермы



Проверка прочности для сочетания усилий 1

Расчетный момент с учетом случайного эксцентриситета и прогиба

M_y [кНм/м]	δ_e [-]	D_b [МНм2/м]	D_s [МНм2/м]	D [МНм2/м]	N_{cr} [кН/м]	η [-]	ηM_y [кНм/м]
28.8	0.150	11.807	0.978	2.652	6814	1.73	49.9

Примечание. $D = 0.15/[\varphi_1(0.3 + \delta_e)]D_b + 0.7D_s$, $\varphi_1 = 2.0$

Расчетный момент с учетом температурного прогиба

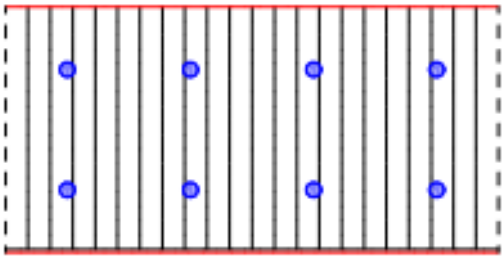
T_s [°C]	T_b [°C]	$\alpha_{st}\cdot 10^6$ [1/°C]	$\alpha_{bt}\cdot 10^6$ [1/°C]	h_0 [см]	e_t [мм]	$e_t N$ [кНм/м]	M_y [кНм/м]
441	38	13.7	9.0	14.9	18.3	52.8	102.7

Примечание. $e_t = (\alpha_{st}\cdot T_s - \alpha_{bt}\cdot T_b)l_0^2/(8h_0)$ согласно СП 468, (8.29)

Предельные усилия

N [кН/м]	M_y [кНм/м]	N_u [кН/м]	M_{yu} [кНм/м]	γ_u
2880.0	102.7	3188.3	113.7	1.107

Сжатая зона при действии предельных усилий



Высота сжатой зоны x = 19.7 см

Кривизна κ_y = -0.01877 1/м

Деформации бетона

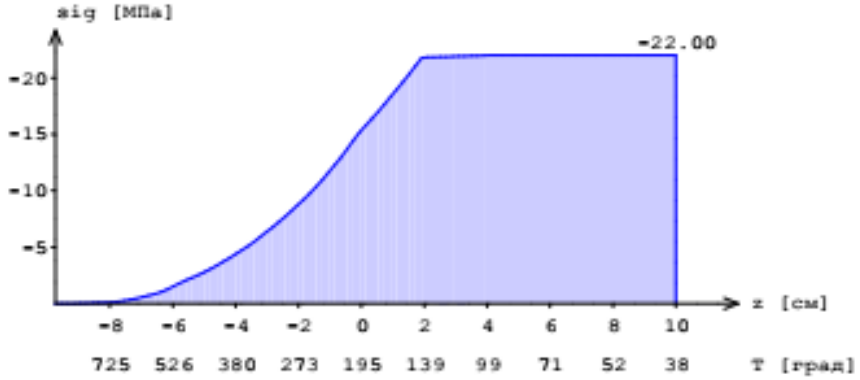
Верхняя сторона ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	Нижняя сторона ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
-3.70*	-22.00	38	0.05	0.00	996

* предельная деформация

Деформации арматуры

Верхняя арматура ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	Нижняя арматура ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
-2.75	-400.0	86	-0.91	-150.5	441

Напряжение в сжатом бетоне



Усилия

	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
в бетоне	2565.71	99.89
в арматуре	622.56	13.83
суммарные	3188.26	113.72

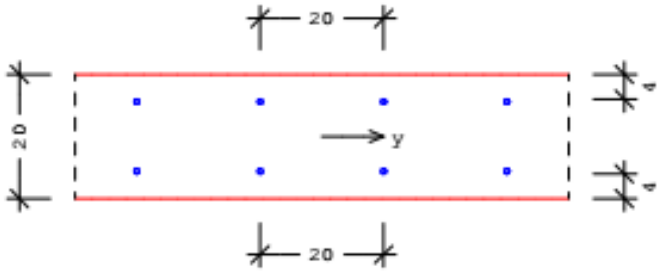
Огнестойкость обеспечена

Стены толщиной 200 мм (кроме отдельно стоящих стен, стен лестниц и лифтов), требуемая огнестойкость REI=120 мин.

Поз. ст_t200_3 **Расчет по огнестойкости стен надзем. жил. копуса**

Сечение стены — Высота сечения — h = 20.0 см

Арматура
- Диаметр стержней — d_s = 8 мм
- Шаг стержней — s = 20.0 см
- Толщина защитного слоя — a_s = 40 мм



Усилия — Относительно центральной оси бетонного сечения

№	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
1	2000.0	-10.0

Расчет — Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон **В 30 (тяжелый)**
на силикатном заполнителе
Плотность бетона — ρ = 2300 кг/м3
Бетон сухой

Продольная арматура **A500**

Сопротивления при нормальной температуре
- R_{bn} = 22.00 МПа
- R_{sn} = 500 МПа
- R_{sc} = 400 МПа

Модули упругости при нормальной температуре
- E_b = 32.5 ГПа
- E_s = 200.0 ГПа

Коэффициент условий работы бетона

№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}	№	T [°C]	γ_{bt}
1	100	1.00	2	200	0.98	3	300	0.95
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.60
7	700	0.20	8	800	0.10	9	900	0.05
10	1000	0.03	11	1100	0.01	12	1200	0.00

Параметры диаграммы сжатого бетона

T [°C]	20	100	200	300	400	500	600
ε_{b1} [%.]	1.5	1.9	2.6	3.8	4.9	6.8	10.7
ε_{b2} [%.]	3.5	4.4	6.1	8.8	11.4	15.8	25.0

Коэффициент редукции модуля упругости бетона

T°C	20	200	300	400	500	600	700	800
β_b	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05

Коэффициент условий работы арматуры

№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}
1	100	1.00	2	200	1.00	3	300	1.00
4	400	0.85	5	500	0.60	6	600	0.37
7	700	0.22	8	800	0.10	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Коэффициент редукции модуля упругости арматуры

№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s
1	100	1.00	2	200	0.92	3	300	0.90
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.77
7	700	0.72	8	800	0.65	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

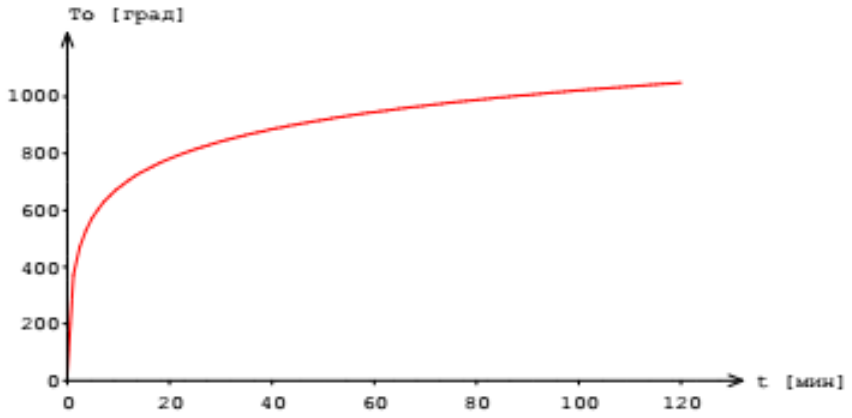
Данные для учета прогиба стены в плоскости Z

Длина колонны	l	-	2.80	м
Случайный эксцентриситет	e_{az}	-	10.0	мм
Расчетная высота	l_{0z}	-	1.96	м

Эксцентриситет e_0 принимается не менее e_a

Проверка прочности при пожаре

Зависимость температуры среды от времени



Нагрев нижней стороны

Коэффициент запаса прочности

t [мин]	T среды [°C]	γ_u
0	20	1.967
10	678	1.976
20	781	1.950
30	842	1.869

Расчетный момент с учетом случайного эксцентриситета и прогиба

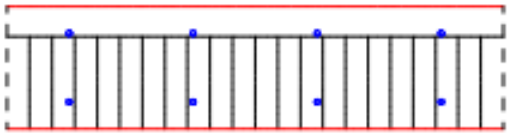
M_y [кНм/м]	δ_e [-]	D_b [МНм2/м]	D_s [МНм2/м]	D [МНм2/м]	N_{cr} [кН/м]	η [-]	ηM_y [кНм/м]
-20.0	0.150	11.807	0.280	2.164	5560	1.56	-31.2

Примечание. $D = 0.15/[\varphi_1(0.3 + \delta_e)]D_b + 0.7D_s$, $\varphi_1 = 2.0$

Предельные усилия

N [кН/м]	M_y [кНм/м]	N_u [кН/м]	M_{yu} [кНм/м]	γ_u
2000.0	-31.2	2395.4	-37.4	**1.198**

Сжатая зона при действии предельных усилий



Высота сжатой зоны x = 15.0 см

Кривизна κ_y = 0.11460 1/м

Деформации бетона

Верхняя сторона			Нижняя сторона		
ε [‰]	σ [МПа]	T [°C]	ε [‰]	σ [МПа]	T [°C]
5.68	0.00	38	-17.24	-0.68	996

Предельная деформация бетона

y [см]	z [см]	T [°C]	ε_{b2} [‰]	d [м]	ε_{b2}/d [1/м]
0.00	-1.54	253	-7.54	0.066	-0.11460

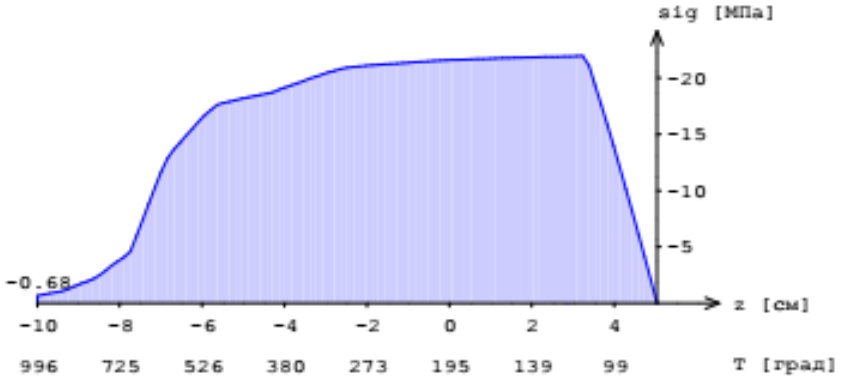
y, z - координаты точки, в которой достигается предельная деформация с учетом температуры

d - расстояние от нейтральной линии до точки (y,z)

Деформации арматуры

Верхняя арматура			Нижняя арматура		
ε [‰]	σ [МПа]	T [°C]	ε [‰]	σ [МПа]	T [°C]
0.64	125.0	76	-12.19	-245.4	495

Напряжение в сжатом бетоне



Усилия

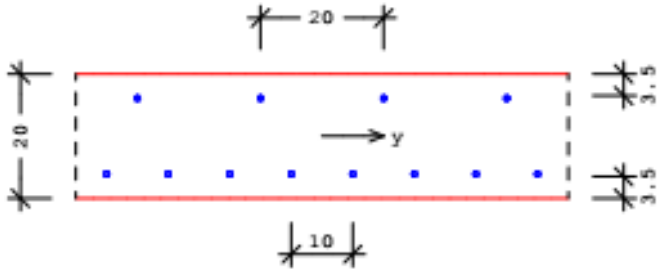
	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
в бетоне	2365.18	-32.20
в арматуре	30.26	-5.21
суммарные	2395.44	-37.41

Огнестойкость обеспечена

Типовая плита перекрытия толщиной 200 мм, требуемая огнестойкость REI=120 мин.

Поз. плт t200 1 **Расчет по огнестойкости плт пер надз жил корп**

Сечение плиты	Высота сечения	h	=	20.0	см
Верхняя арматура	Диаметр стержней	d_s	=	8	мм
	Шаг стержней	s	=	20.0	см
	Толщина защитного слоя	a_s	=	35	мм
Нижняя арматура	Диаметр стержней	d_s	=	8	мм
	Шаг стержней	s	=	10.0	см
	Толщина защитного слоя	a_s	=	35	мм



Усилия — Относительно центральной оси бетонного сечения

№	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
1		24.0

Расчет — Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон	**В 30 (тяжелый)**			
на силикатном заполнителе				
Плотность бетона	ρ	=	2300	кг/м3
Бетон сухой				

Продольная арматура — **A500**

Сопротивления при нормальной температуре

R_{bn}	=	22.00	МПа
R_{sn}	=	500	МПа
R_{sc}	=	400	МПа

Коэффициент условий работы бетона

№	T [°C]	γbt	№	T [°C]	γbt	№	T [°C]	γbt
1	100	1.00	2	200	0.98	3	300	0.95
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.60
7	700	0.20	8	800	0.10	9	900	0.05
10	1000	0.03	11	1100	0.01	12	1200	0.00

Параметры диаграммы сжатого бетона

T [°C]	20	100	200	300	400	500	600
ε_{b1} [%.]	1.5	1.9	2.6	3.8	4.9	6.8	10.7
ε_{b2} [%.]	3.5	4.4	6.1	8.8	11.4	15.8	25.0

Коэффициент редукции модуля упругости бетона

T°C	20	200	300	400	500	600	700	800
β_b	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05

Коэффициент условий работы арматуры

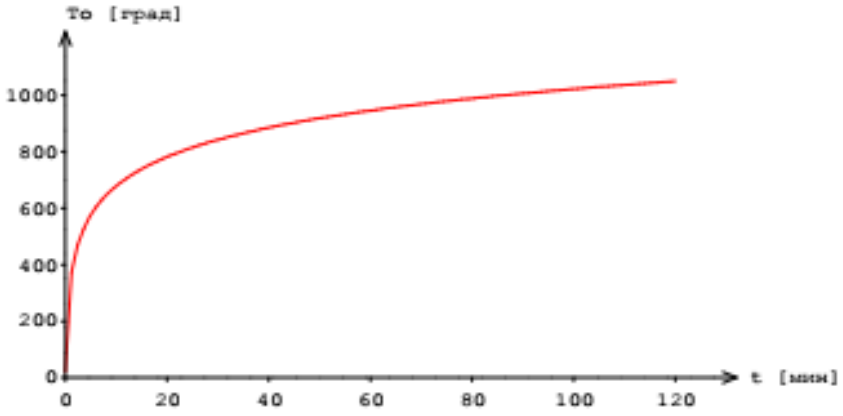
№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}	№	T [°C]	γ_{st}
1	100	1.00	2	200	1.00	3	300	1.00
4	400	0.85	5	500	0.60	6	600	0.37
7	700	0.22	8	800	0.10	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Коэффициент редукции модуля упругости арматуры

№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s	№	T [°C]	β_s
1	100	1.00	2	200	0.92	3	300	0.90
4	400	0.85	5	500	0.80	6	600	0.77
7	700	0.72	8	800	0.65	9	900	0.00
10	1000	0.00	11	1100	0.00	12	1200	0.00

Проверка прочности при пожаре

Зависимость температуры среды от времени



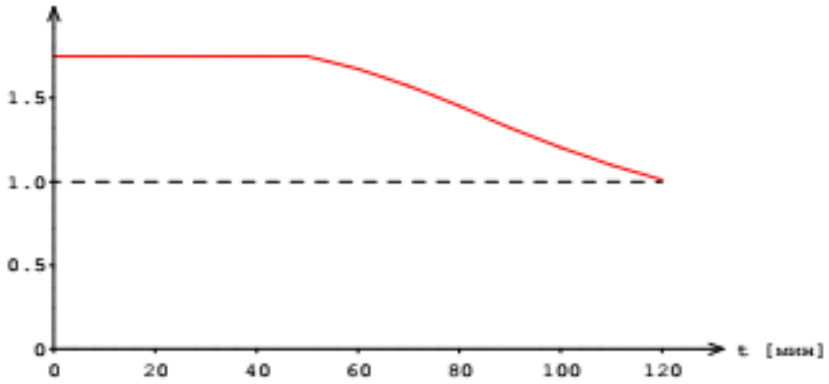
Нагрев нижней стороны

Коэффициент запаса прочности

t [мин]	T среды [°C]	γ_u
0	20	1.750
10	678	1.750
20	781	1.750
30	842	1.750
40	885	1.750
50	918	1.750
60	945	1.674
70	968	1.573
80	988	1.453
90	1006	1.322

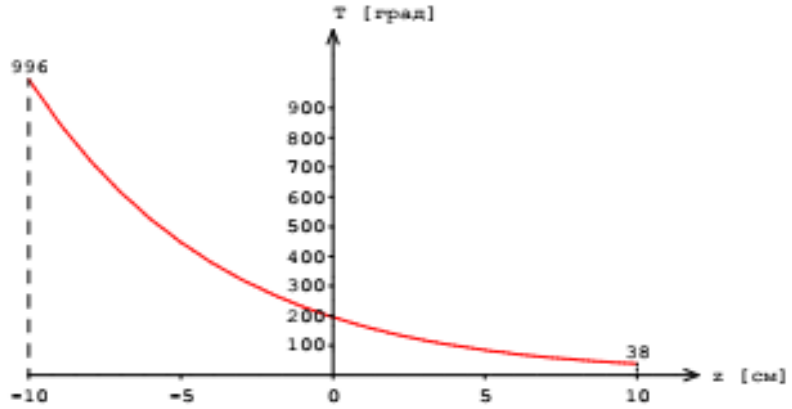
100	1022	1.204
110	1036	1.100
120	1049	1.010

Коэффициент запаса прочности γ_u



Температурное поле при t = 120 мин

Температура T на оси z



Изотермы

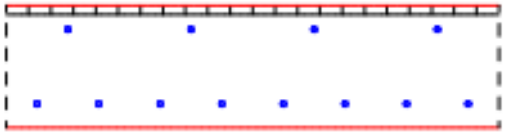


Проверка прочности для сочетания усилий 1

Предельные усилия

N [кН/м]	M_y [кНм/м]	N_u [кН/м]	M_{yu} [кНм/м]	γ_u
0.0	24.0	0.0	24.3	1.010

Сжатая зона при действии предельных усилий



Высота сжатой зоны $x = 1.5$ см

Кривизна $\kappa_y = -0.24979$ 1/м

Деформации бетона

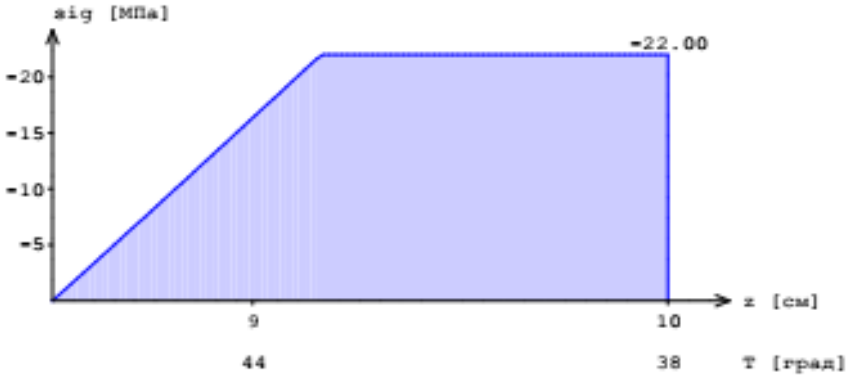
Верхняя сторона			Нижняя сторона		
ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
-3.70*	-22.00	38	46.25	0.00	996

* предельная деформация

Деформации арматуры

Верхняя арматура			Нижняя арматура		
ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]	ε [%.]	σ [МПа]	T [°C]
6.04	500.0	70	36.51	259.3	535

Напряжение в сжатом бетоне



Усилия

	N [кН/м]	M_y [кНм/м]
в бетоне	256.02	23.96
в арматуре	-256.02	0.29
суммарные	-0.00	24.25

Огнестойкость обеспечена

3. Основные выводы

Выполненные расчеты показывают, что требуемые приделы огнестойкости несущих конструкций обеспечиваются:

- несущие стены – R 120;
- перекрытия междуэтажные – REI 120;
- стена, перекрытие и покрытия 1-го типа – REI 150;
- элемент, на которые опираются противопожарное перекрытие 1-го типа – R 150;
- внутренние стены лестничных клеток – REI 150;
- шахты лифтов для пожарных подразделений – REI 150;
- шахты пассажирских лифтов – REI 120.