

Общий вид расчетной схемы

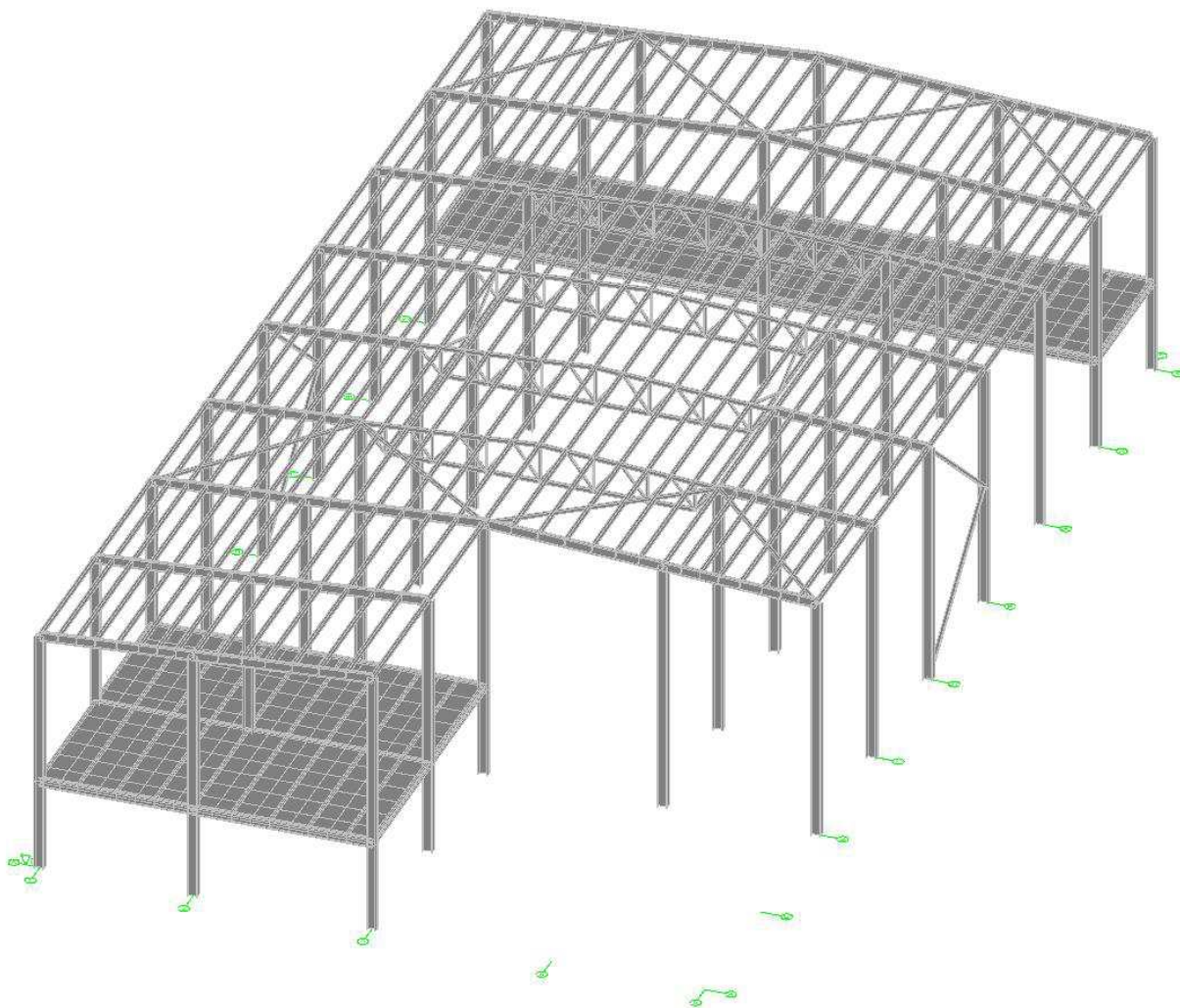


Рис.1 – Общий вид расчетной схемы

Расчетная схема характеризуется следующими параметрами:

Количество узлов — 810

Количество конечных элементов — 1430

Количество загрузений — 11

Количество комбинаций загрузений — 4

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

Жесткость и устойчивость здания обеспечивается совместной работой колонн и покрытия в виде металлических балок и ферм. Неизменяемость

каркаса в продольном и поперечном направлении обеспечивается установкой вертикальных связей между колоннами и вертикальных связей между фермами в середине блока, установкой распорок по нижнему поясу ферм, в коньке ферм, распорок между колоннами в уровне покрытия. Жесткость диска покрытия обеспечивается горизонтальными прогонами покрытия.

Здание в осях 1-5/А-К в осях размером 26х48м. Максимальный пролет здания 14 м. Высота здания в коньке 10,8м. Высота антресоли 3,9 м в уровне чистого пола.

Колонны здания сплошного сечения выполнены из колонных двутавров на столбчатом ж/б фундаменте.

Фермы выполнены из гнутых элементов коробчатого сечения с нисходящими опорными раскосами пролетом 14м. Балки выполнены из двутавров пролетом 6 и 7 м.

Связи здания выполнены из гнутых элементов коробчатого сечения.

Прогоны здания выполнены из гнутых швеллеров.

Антресоль выполнена в виде ж/б плиты по профлисту по балкам из двутавров.

Лестницы здания металлические. Ступени выполнены под отделку керамогранитом.

Главный вход здания выполнен в металлическом каркасе на плитном ж/б фундаменте.

Марка стали С255 для прокатных элементов. Для листового проката фланцев и фасонки С345.

Балки, фермы, связи, колонны заводского изготовления. Монтажный стык ферм в коньке выполнить на высокопрочных болтах. Все монтажные болтовые соединения на болтах М16 класс прочности 5,8. Все рабочие болтовые соединения М20 класс прочности 8,8.

Изготовление металлоконструкций изготавливается в заводских условиях в соответствии с ГОСТ 231888-99, СП 53-101-98, СНиП П-23-81*.

Таблица 1 - Вертикальные нагрузки на пол по грунту на отм.: ±0,000

№ загрузж.	Вид нагрузок	Нормативное значение нагрузки, кН/м ²	Коэф-т надежности по нагрузке γ_f	Расчетное значение нагрузки, кН/м ²
Временные нагрузки				
<i>Конструкция пола</i>				
1	Линолеум коммерческий, t=4 мм	0.052	1.2	0.062
	Бетон, армированный сеткой, t=60мм $\delta=25,0\text{кН/м}^3$.	1.5	1.3	1.95
	Утеплитель Пеноплекс 35, t=30мм $\delta=0,35\text{кН/м}^3$.	0.011	1.2	0.013
	Гидроизоляция Техноэласт ЭПП в 2 слоя	0.1	1.2	0.12
	Ц.п. стяжка, t=20мм $\delta=18,0\text{кН/м}^3$.	0.36	1.3	0.47
	Бетонная подготовка, армированная сеткой t=150мм $\delta=25,0\text{кН/м}^3$.	3.75	1.3	4.88
	Итого:	5.8	1.3	7.5
<i>Перегородки</i>				
2	Перегородки (кирпичные h=3,7м $\delta=18,0\text{кН/м}^3$) в зонах антресолей	4.71/2,68	1.1	5,18/2.94
<i>Стены</i>				
3	Конструкция фасадной системы h=10,8 м, F=0,5 кН/м ² (кН/м) – на 1 м.п.	5.4	1.1	5.94
Кратковременные нагрузки				
	Полезная (игровой зал, холл, лестница)	4	1.2	4.8
	Полезная (помещения персонала, санузлы, гардеробные)	2	1.2	2.4
В соответствии с СП 20.13330.2016 коэффициент длительности (Кд) для кратковременных нагрузок взят равным – 0,35				

Таблица 2 - Вертикальные нагрузки на антресоли на отм.: ±3,900

№ загрузж.	Вид нагрузок	Нормативное значение нагрузки, кН/м ²	Коэф-т надежности по нагрузке γ_f	Расчетное значение нагрузки, кН/м ²
Постоянные				
1	Собственный вес ж.б. конструкции, $t_{э\text{кв}}=100\text{мм}$ $\delta=25\text{кН/м}^3$.	SCAD	1.1	SCAD
	Собственный вес профлиста и балок антресолей	SCAD	1.05	SCAD
	Итого:	SCAD		SCAD
Временные нагрузки				
<i>Конструкция пола</i>				
2	Линолеум коммерческий, $t=4\text{ мм}$	0.05	1.2	0.06
	Ц.п. армированная стяжка, $t=20\text{мм}$ $\delta=18,0\text{кН/м}^3$.	0.36	1.3	0.47
	Нагрузки от подвешенного инженерного оборудования	0.3	1.3	0.65
	Итого:	0.91	1.3	1.18
<i>Перегородки</i>				
3	Перегородки (гипсокартон) в зоне антресоли	0.4	1.2	0.48
Кратковременные нагрузки				
	Полезная (игровой зал, холл, лестница)	4	1.2	4.8
	Полезная (помещения персонала, санузлы, гардеробные)	2	1.2	2.4
В соответствии с СП 20.13330.2016 коэффициент длительности (Кд) для кратковременных нагрузок взят равным – 0,35				

Таблица 3 - Вертикальные нагрузки на покрытие на отм. +11,050

№ загрузж.	Вид нагрузок	Нормативное значение нагрузки, кН/м ²	Коэф-т надежности по нагрузке γ_f	Расчетное значение нагрузки, кН/м ²
Постоянные нагрузки				
<i>Конструкция несущих ферм и прогонов</i>				
1	Несущие фермы из уголков (сталь С345) (кН/м) – на 1 м.п.	SCAD	1.05	SCAD
	Несущие составные прогоны (сталь С345) (кН/м) – на 1 м.п.	SCAD	1.05	SCAD
	Итого:	SCAD		SCAD
Временные нагрузки				
<i>Конструкция покрытия</i>				
2	Собственный вес сэндвич панели, t=200мм.	0.3	1.1	0.33
	Нагрузки от подвешенного инженерного оборудования	0.5	1.3	0.65
	Итого:	0.8		0.98
Кратковременные нагрузки				
3	Снеговая нагрузка	1.5	1.4	2.1
В соответствии с СП 20.13330.2016 коэффициент длительности (Кд) для кратковременных нагрузок взят равным – 0,5				

К расчетной конечно-элементной модели были приложены 9 статических загрузжений.

Таблица 4 - Статические загрузжения

1	Собственный вес
2	Вес полов
3	Вес кровли
4	Вес внешних стен и парапетов
5	Вес перегородок (длительная)

6	Полезная (кратковременная)
7	Ветер по x
8	Ветер по y
9	Снеговая
10	Динамический ветер по x
11	Динамический ветер по y

Комбинации нагрузжений	
Номер	Формула
1	$(L1)*0.95+(L2)*0.8+(L3)*0.8+(L4)*0.8+(L5)*0.8+(L6)*0.8+(L7)*0.7+(L9)*0.7+(L10)*0.7$
2	$(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L4)*1+(L5)*1+(L6)*1+(L7)*1+(L9)*1+(L10)*1$
3	$(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L4)*1+(L5)*1+(L6)*1+(L8)*1+(L9)*1+(L11)*1$
4	$(L1)*1+(L2)*0.95+(L3)*0.95+(L4)*0.95+(L5)*0.95+(L6)*0.7+(L7)*1+(L9)*0.71+(L10)*1$

В комбинациях нагрузжений, согласно СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» п.п. 6.3,6.4 были учтены коэффициенты сочетаний:

$\psi_1=1.0...0,95$ – для длительных нагрузок (п.6.3);

$\psi_2=1...0,9...0,7$ – для кратковременных нагрузок (п.6.4).

Конструктивная группа Колонны. Элемент № 273

Сталь: С255

Длина элемента 3,6 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

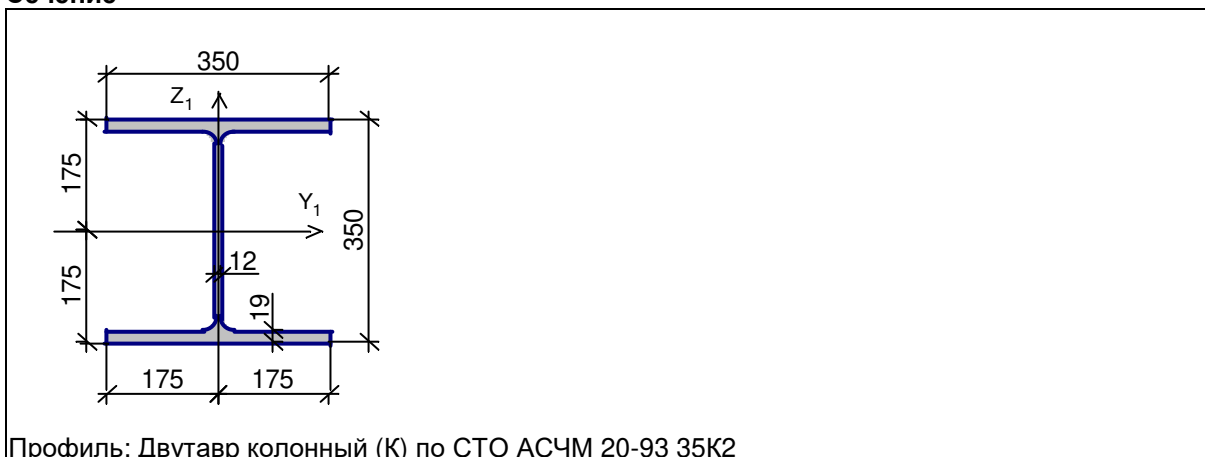
Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3,6 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,01
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,24
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,01
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	$4,57 \cdot 10^{-003}$
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,32
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,09
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,08
пп.9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,09
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,21
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,1
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,01
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,23
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,13

Коэффициент использования 0,32 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики

Конструктивная группа Колонны. Элемент № 58

Сталь: С255

Длина элемента 10,07 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

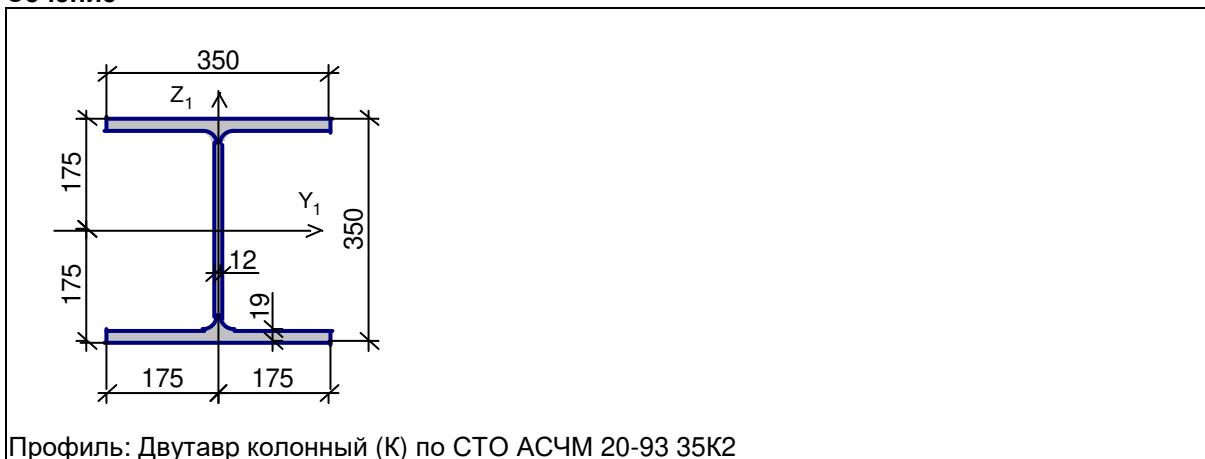
Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 10,069 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,07
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	$2,58 \cdot 10^{-003}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$3,73 \cdot 10^{-005}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,01
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,12
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,11
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,06
пп.9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,14
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,12
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,19
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,06
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,63

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,37

Коэффициент использования 0,63 - Предельная гибкость в плоскости XOY

Конструктивная группа Колонны. Элемент № 1318

Сталь: С255

Длина элемента 6,9 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

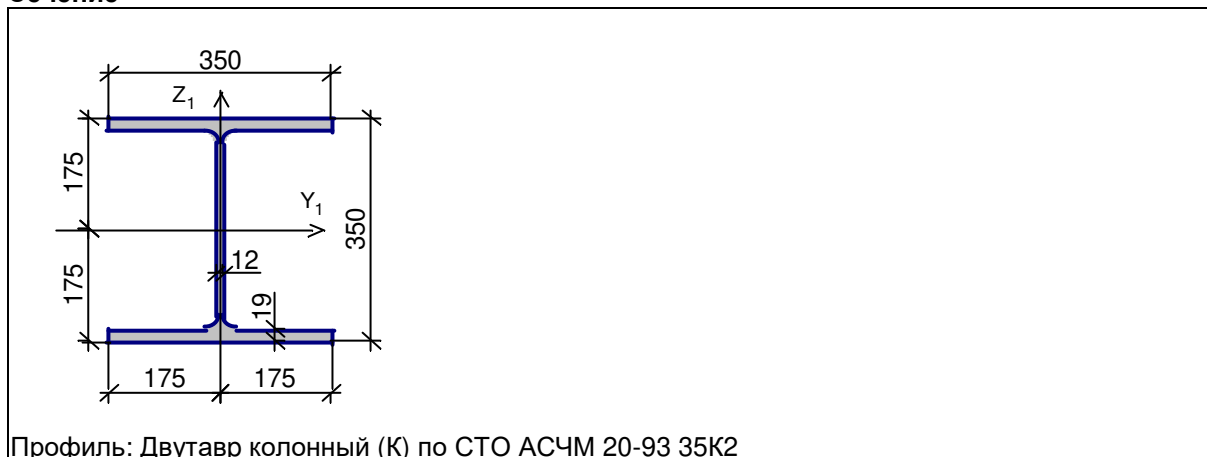
Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 6,9 м

Сечение



Профиль: Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93 35К2

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,01
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,18
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$4,87 \cdot 10^{-003}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	$1,31 \cdot 10^{-003}$
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,1
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,22
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,04
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,04
пп.9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,04
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух	0,18

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
	плоскостях	
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_u при внецентренном сжатии	0,04
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	$4,49 \cdot 10^{-003}$
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,14
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,43
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,25

Коэффициент использования 0,43 - Предельная гибкость в плоскости XOY

Конструктивная группа верхний пояс. Элемент № 802

Сталь: С255

Длина элемента 1,05 м

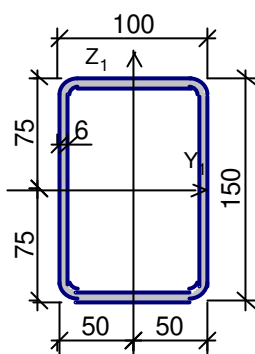
Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2011

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 1,052 м

Сечение



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные прямоугольные профили по ГОСТ 30245-2003 150x100x6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.7.1.1	Прочность элемента	0,5
п.7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,51
п.7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,52
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость элемента	0,18

Коэффициент использования 0,52 - Устойчивость элемента из плоскости фермы

Конструктивная группа раскосы. Элемент № 814

Сталь: С255

Длина элемента 1,5 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

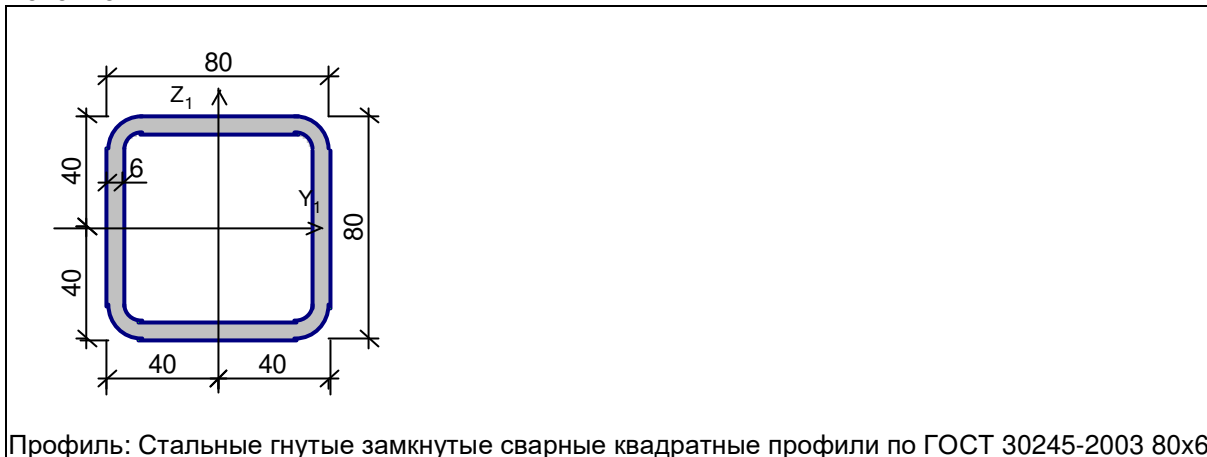
Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 1,503 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	$2,65 \cdot 10^{-003}$
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,02
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$1,36 \cdot 10^{-003}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	$6,25 \cdot 10^{-004}$
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,38
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,41
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,41
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,41
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,41
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,42
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,01
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,28
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,28

Коэффициент использования 0,42 - Устойчивость из плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии

Конструктивная группа стойки ферм. Элемент № 788

Сталь: С255

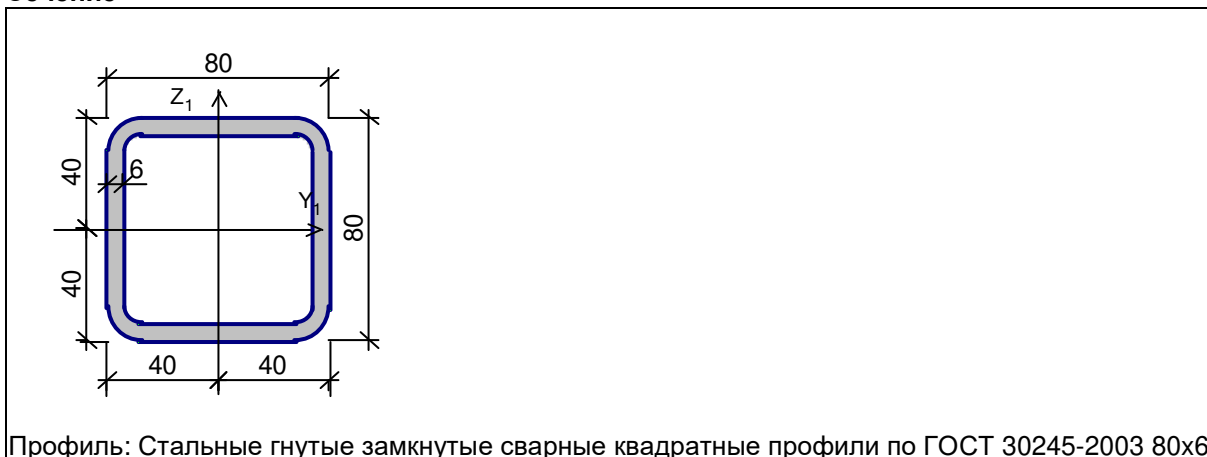
Длина элемента 1,5 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
 Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1
 Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1
 Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1
 Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 1,5 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,01
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$7,29 \cdot 10^{-004}$
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,01
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,06
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,07
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,07
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,07
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,07
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,01
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,28
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,28

Коэффициент использования 0,28 - Предельная гибкость в плоскости XOY

Конструктивная группа нижний пояс. Элемент № 775

Сталь: С255

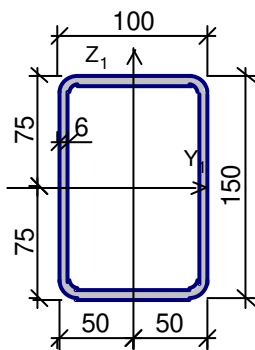
Длина элемента 2,1 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2,1 м

Сечение



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные прямоугольные профили по ГОСТ 30245-2003 150x100x6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,06
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	$4,57 \cdot 10^{-003}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$3,68 \cdot 10^{-004}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	$2,14 \cdot 10^{-003}$
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,42
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,05
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,17
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,13

Коэффициент использования 0,42 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики
Конструктивная группа связи покрытие. Элемент № 1403

Сталь: C255

Длина элемента 5,08 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 5,076 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,23
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,01
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$3,6 \cdot 10^{-004}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,02
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,22
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	$4,05 \cdot 10^{-003}$
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$1,56 \cdot 10^{-003}$
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$1,56 \cdot 10^{-003}$
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,01
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	$4,9 \cdot 10^{-003}$
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,01
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,17
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,21
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,61
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,61

Коэффициент использования 0,61 - Предельная гибкость в плоскости XOY

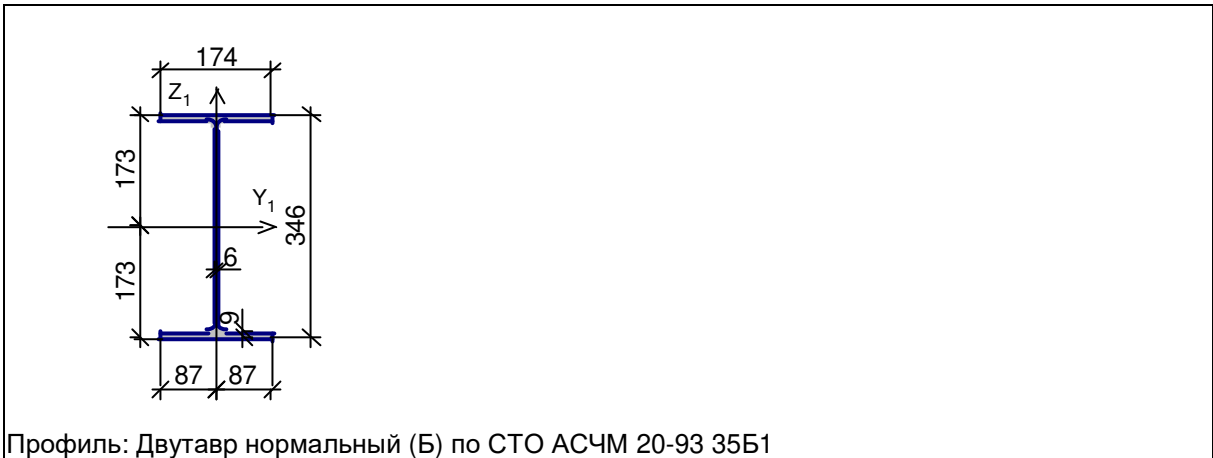
Конструктивная группа балки главные 6 м. Элемент № 837

Сталь: С255

Длина элемента 0,7 м
 Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1
 Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 0,701 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,24
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,5
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,5

Коэффициент использования 0,5 - Прочность при действии изгибающего момента

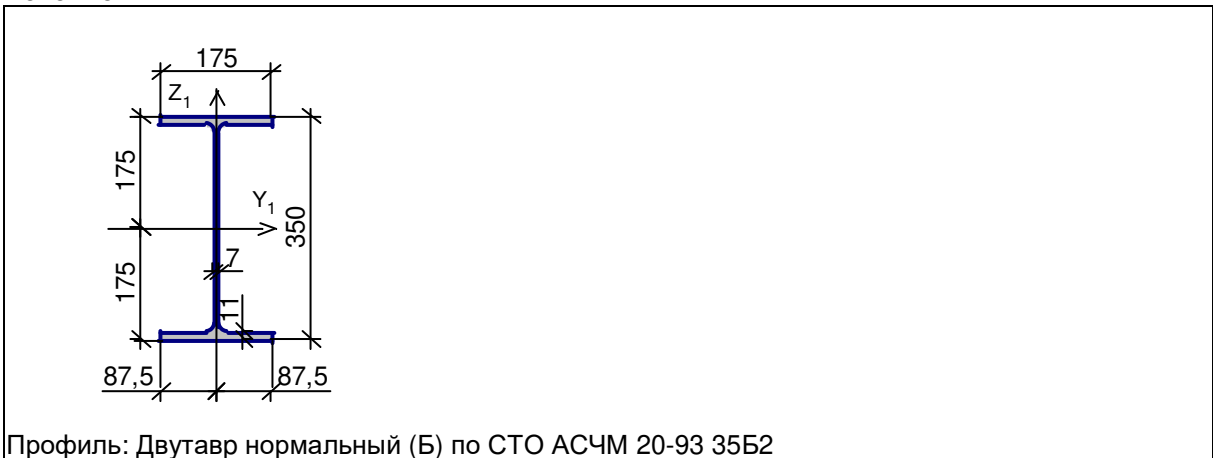
Конструктивная группа балки главные 7 м. Элемент № 1347

Сталь: С255

Длина элемента 0,95 м
 Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1
 Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 0,952 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,19
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,42
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,42

Коэффициент использования 0,42 - Прочность при действии изгибающего момента

Конструктивная группа вертикали связи. Элемент № 1417

Сталь: С255

Длина элемента 3,86 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3,858 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,04
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,01
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$2,1 \cdot 10^{-004}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	$4,01 \cdot 10^{-003}$
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,04
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,06
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,01
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ	0,01

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
	(XOY)	
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,06
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,03
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,46
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,46

Коэффициент использования 0,46 - Предельная гибкость в плоскости XOY

Конструктивная группа гл. балки антресоли. Элемент № 1313

Сталь: С255

Длина элемента 0,75 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

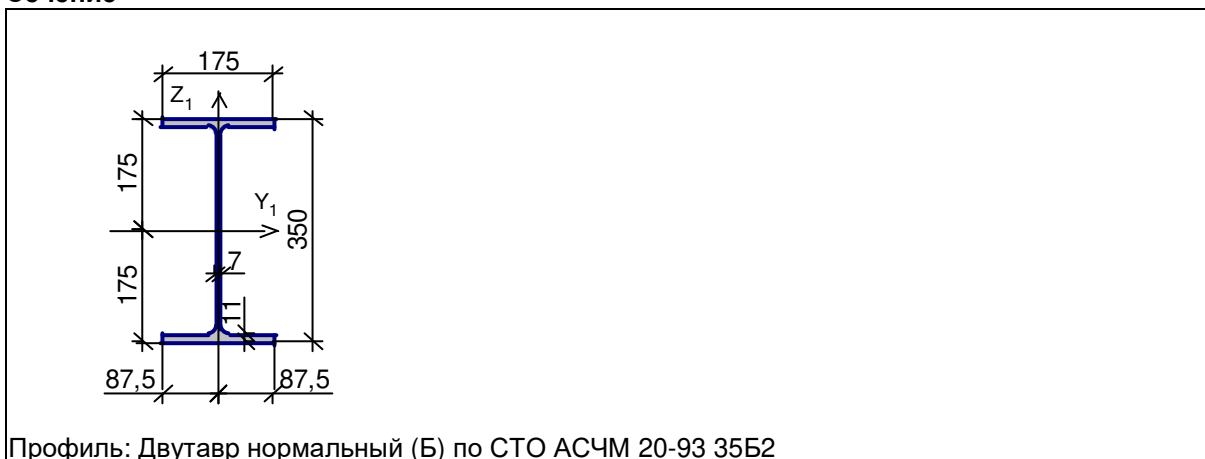
Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 0,75 м

Сечение



Профиль: Двутавр нормальный (Б) по СТО АСЧМ 20-93 35Б2

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,75
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	$9,58 \cdot 10^{-005}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$1,02 \cdot 10^{-005}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,04
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,68
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$1,55 \cdot 10^{-003}$

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$1,52 \cdot 10^{-003}$
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	$1,55 \cdot 10^{-003}$
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	$1,52 \cdot 10^{-003}$
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,61
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,75
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,11
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,03

Коэффициент использования 0,75 - Прочность при действии изгибающего момента Mu

Конструктивная группа втор балки антресоли. Элемент № 592

Сталь: С255

Длина элемента 1 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

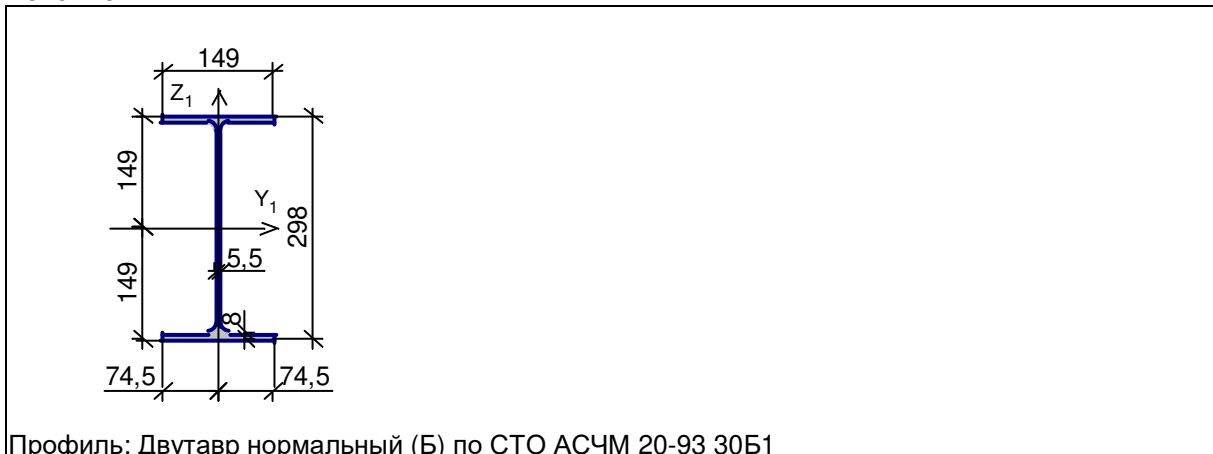
Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 1 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mu	0,46
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mz	$2,95 \cdot 10^{-005}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qz	0,05
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с	0,42

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
	учетом пластики	
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$8,19 \cdot 10^{-004}$
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$7,73 \cdot 10^{-004}$
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	$8,19 \cdot 10^{-004}$
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	$7,73 \cdot 10^{-004}$
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,38
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,46
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,17
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,04

Коэффициент использования 0,46 - Устойчивость плоской формы изгиба

Конструктивная группа связи покрытие. Элемент № 1428

Сталь: С255

Длина элемента 3,2 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

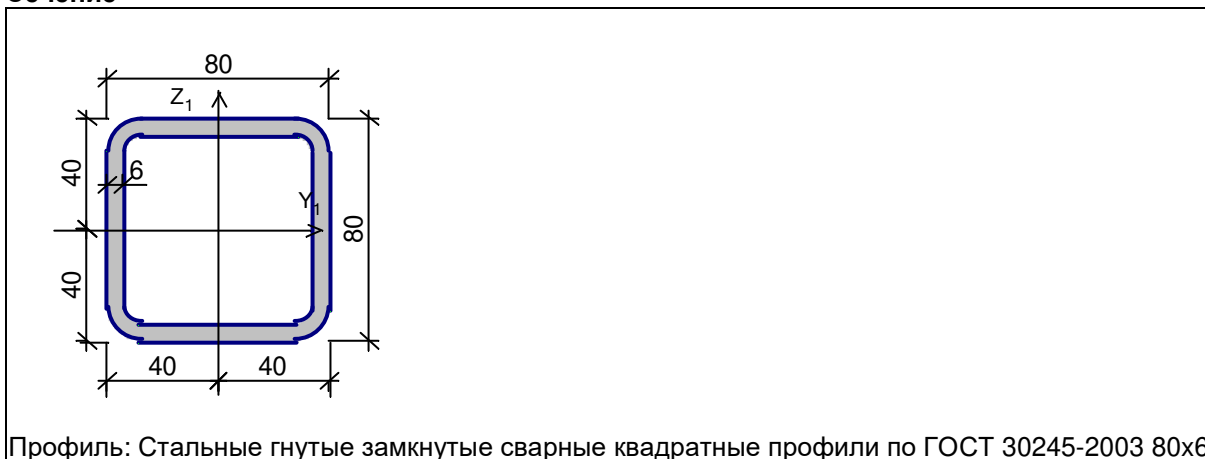
Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3,205 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,03
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,03
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$1,35 \cdot 10^{-003}$

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qz	$2,69 \cdot 10^{-003}$
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,05
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$3,01 \cdot 10^{-003}$
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$3,01 \cdot 10^{-003}$
пп.9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	0,01
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,03
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	0,01
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,02
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,06
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,6
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,6

Коэффициент использования 0,6 - Предельная гибкость в плоскости XOY

Конструктивная группа распорки. Элемент № 766

Сталь: С255

Длина элемента 6 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 6 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,04
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,01
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$4,07 \cdot 10^{-004}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	$4,57 \cdot 10^{-003}$
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,04
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$1,92 \cdot 10^{-003}$
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$1,92 \cdot 10^{-003}$
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,01
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,01
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,03
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,04
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,72
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,72

Коэффициент использования 0,72 - Предельная гибкость в плоскости XOY

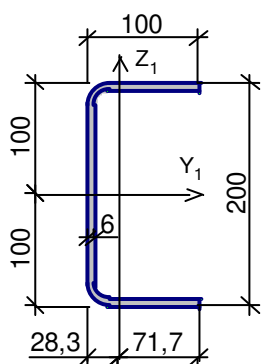
Конструктивная группа прогоны. Элемент № 210

Сталь: С255

Длина элемента 6 м
Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 6 м

Сечение



Профиль: Гнутый равнополочный швеллер по ГОСТ 8278-83 из сталей С255-С275 200x100x6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,06
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,38

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,62

Коэффициент использования 0,62 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента

Отчет сформирован программой **SCAD++ (64-бит)**, версия: 21.1.1.1 от 24.07.2015

Выводы:

1. Колонны каркаса из I35К2 по СТО АСЧМ 20-93
2. Решетка ферм (стойки и раскосы) из гн. Кв. 80х6 по ГОСТ 30245-2003
3. Верхний и нижний пояс ферм из гн. Кв. 150х100х6 по ГОСТ 30245-2003
4. Связи по фермам и колоннам из гн. Кв. 120х6 по ГОСТ 30245-2003
5. Прогоны из гнутого швеллера 200х100х6 по ГОСТ 8278-83
6. Второстепенные балки антресоли из двутавра балочного (Б) по СТО АСЧМ 20-93 25Б2
7. Главные балки антресоли из двутавра балочного (Б) по СТО АСЧМ 20-93 35Б2
8. Главные балки покрытия из двутавра балочного (Б) по СТО АСЧМ 20-93 35Б2

Перемещения

Выборка величины перемещений от комбинаций

Единицы измерения: мм, град

Параметры выборки:

Список узлов/элементов: Все

Список загружений/комбинаций: 1, 2, 3, 4

Список факторов: X, Y, Z

Выборка величины перемещений от комбинаций						
Наименование	Максимальные значения			Минимальные значения		
	Значение	Узел	Комбинация	Значение	Узел	Комбинация
X	3,454	26	3	-6,097	6	2
Y	2,91	315	3	-3,822	307	3
Z	0	1	1	-24,99	484	3

Выводы: максимальное перемещение по оси z равно 25,0 мм, что не превышает допустимого значения согласно требованиям СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СнИП 2.01.07-85*, равное $6000/150=40$ мм для минимального пролета 6.0 м.

Рис.2...5 - Изополя армирования

Файл проекта : C:\Users\Домашний\Desktop\Детский центр\схема4.SPR

15.02.2018

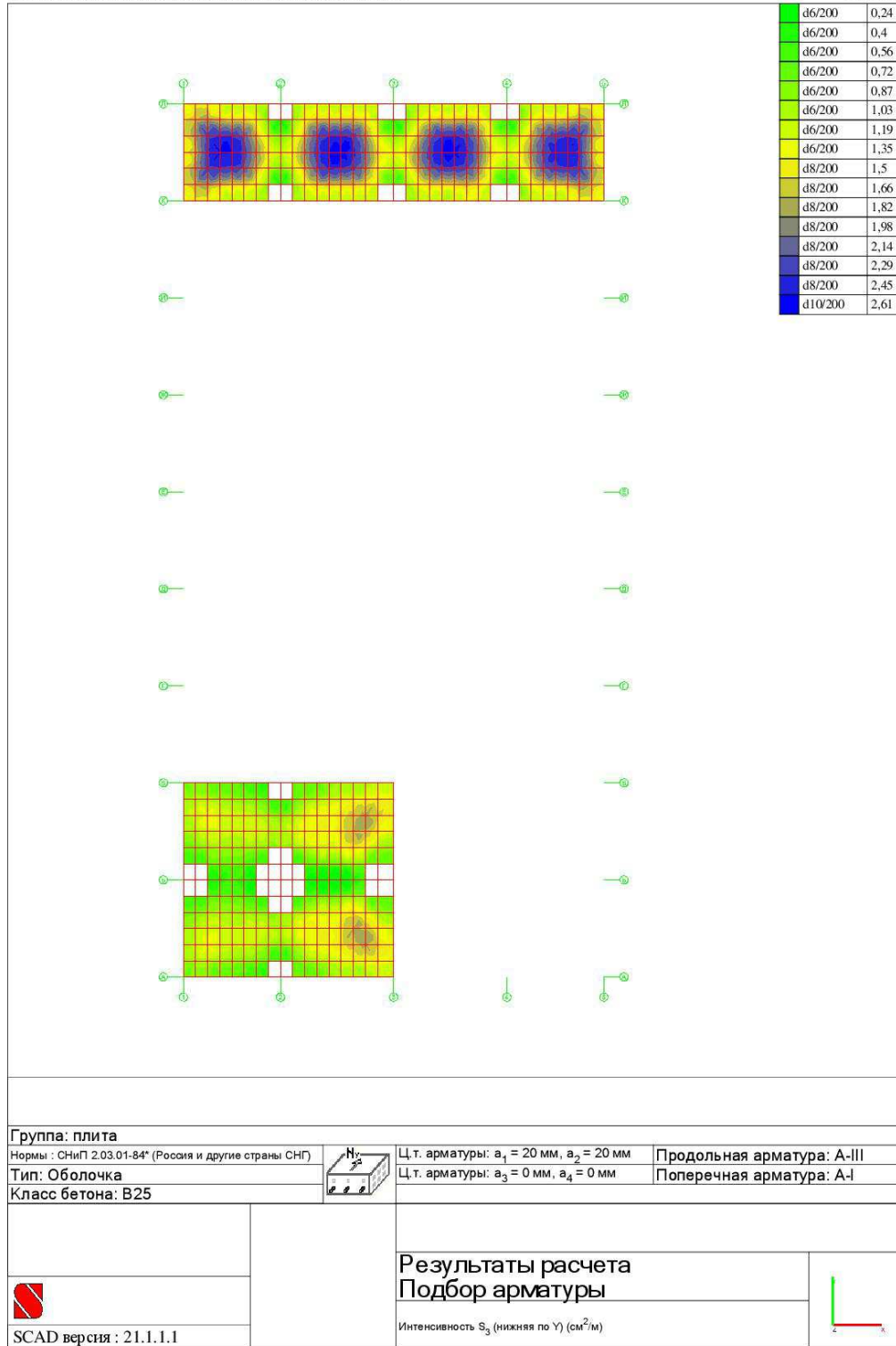
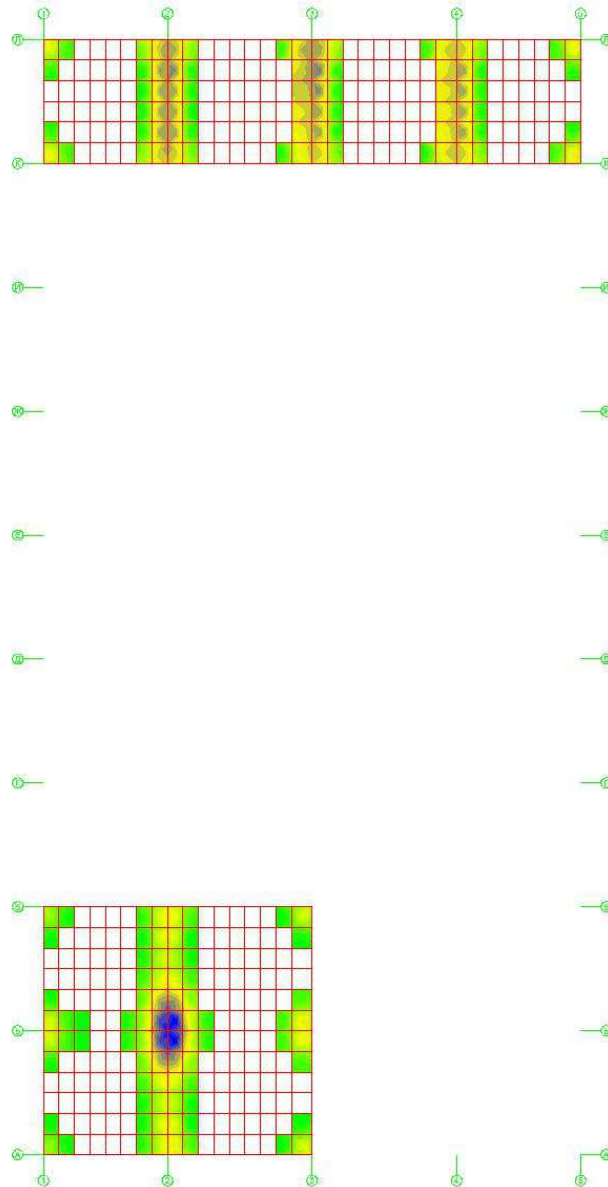


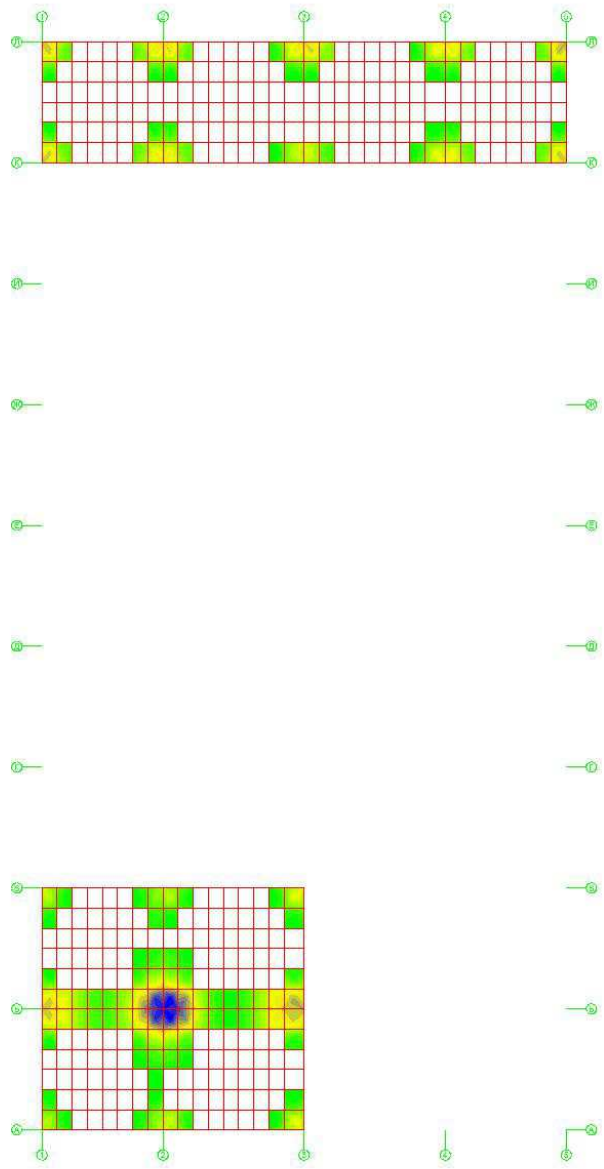
Рис.2 – Нижнее армирование по у



d6/200	0,24
d6/200	0,47
d6/200	0,7
d6/200	0,93
d6/200	1,16
d6/200	1,39
d8/200	1,62
d8/200	1,85
d8/200	2,09
d8/200	2,32
d10/200	2,55
d10/200	2,78
d10/200	3,01
d10/200	3,24
d10/200	3,47
d10/200	3,7

Группа: плита			Ц.т. арматуры: $a_1 = 20 \text{ мм}$, $a_2 = 20 \text{ мм}$	Продольная арматура: А-III
Нормы : СНиП 2.03.01-84* (Россия и другие страны СНГ)			Ц.т. арматуры: $a_3 = 0 \text{ мм}$, $a_4 = 0 \text{ мм}$	Поперечная арматура: А-I
Тип: Оболочка				
Класс бетона: В25				
		Результаты расчета Подбор арматуры		
		Интенсивность S_2 (верхняя по X) (см ² /м)		
SCAD версия : 21.1.1.1				

Рис.3 – Верхнее армирование по x



d6/200	0,18
d6/200	0,35
d6/200	0,51
d6/200	0,68
d6/200	0,85
d6/200	1,02
d6/200	1,19
d6/200	1,36
d8/200	1,53
d8/200	1,7
d8/200	1,87
d8/200	2,04
d8/200	2,21
d8/200	2,38
d10/200	2,55
d10/200	2,72

Группа: плита			Ц.т. арматуры: $a_1 = 20 \text{ мм}$, $a_2 = 20 \text{ мм}$	Продольная арматура: A-III
Нормы : СНиП 2.03.01-84* (Россия и другие страны СНГ)			Ц.т. арматуры: $a_3 = 0 \text{ мм}$, $a_4 = 0 \text{ мм}$	Поперечная арматура: A-I
Тип: Оболочка				
Класс бетона: B25				
		Результаты расчета Подбор арматуры		
		Интенсивность S_4 (верхняя по Y) ($\text{см}^2/\text{м}$)		
SCAD версия : 21.1.1.1				

Рис.3 – Верхнее армирование по y

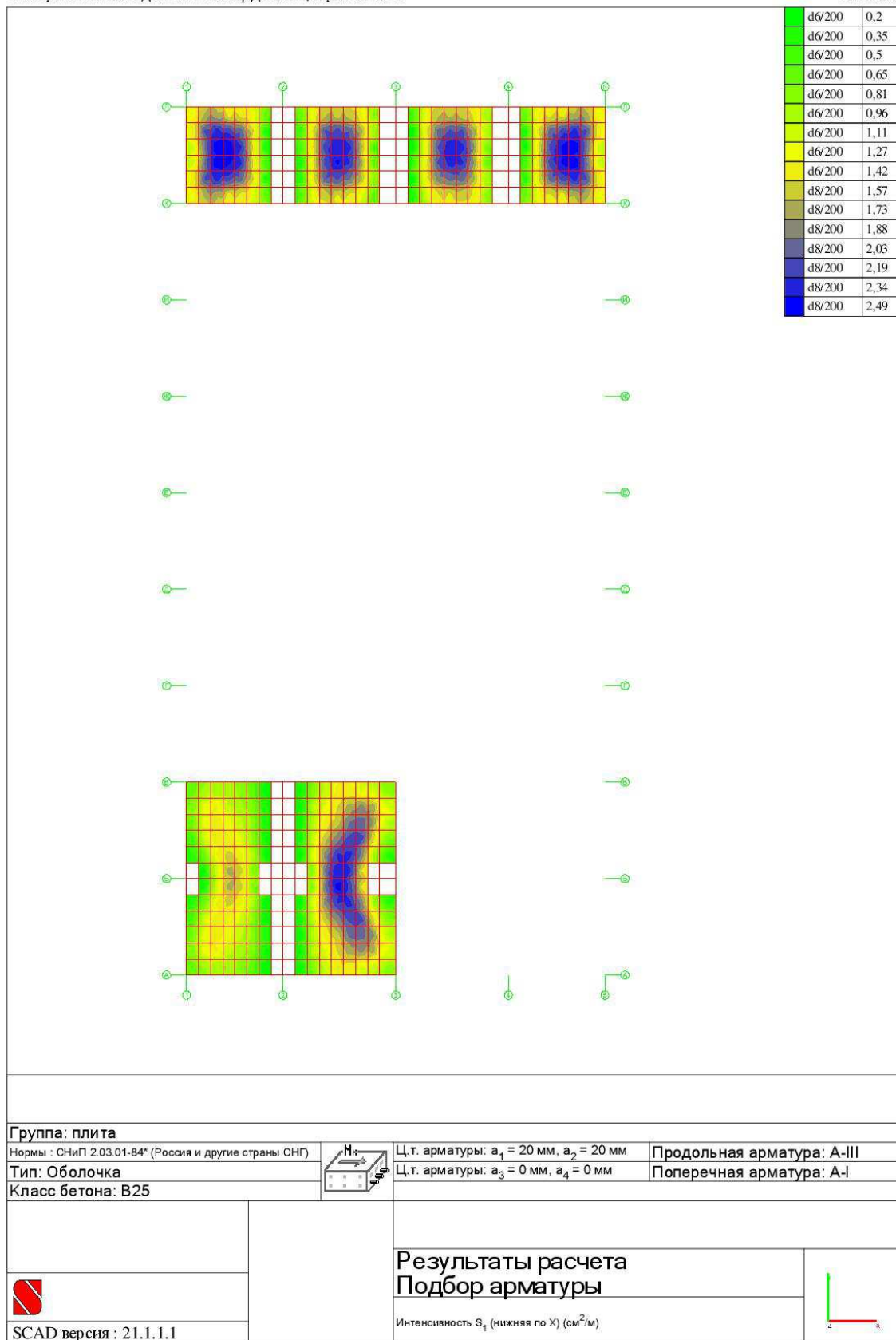


Рис.4 – Нижнее армирование по x

Выводы: принимаем рабочую арматуру плит из $\text{Ø} 12\text{A}500$ с шагом 200 мм в верхней и нижней зоне $h_{пл} = 10 \text{ см}$.

Усилия в колоннах

Выборка величины усилий от комбинаций

Единицы измерения: т, м

Параметры выборки:

Список узлов/элементов: 58 59 174-177 273-291 827-829 846 847 889-908 1318 1375-1378 1415 1416 1429 1430

Список сечений: Все

Список загружений/комбинаций: 1, 2, 3, 4

Список факторов: N, My, Mz, Qy, Qz

Выборка величины усилий от комбинаций								
Наименование	Максимальные значения			Минимальные значения				
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
N	-7,635	287	3	1	-61,576	895	1	3
My	5,91	890	3	2	-5,814	903	3	2
Mz	2,173	893	3	2	-2,47	903	3	2
Qy	4,461	899	3	3	-4,844	286	3	3
Qz	1,562	286	1	3	-1,455	899	1	3

Фермы

Выборка величины усилий от комбинаций

Единицы измерения: т, м

Параметры выборки:

Список узлов/элементов: 1-19 28-49 60-78 87-108 117-135 144-165 770-788 797-818

Список сечений: Все

Список загружений/комбинаций: 1, 2, 3, 4

Список факторов: Все

Выборка величины усилий от комбинаций								
Наименование	Максимальные значения			Минимальные значения				
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
N	34,681	775	1	3	-33,915	802	3	2
My	0,774	29	3	2	-3,422	798	1	2
Mz	4,412	798	1	2	-4,262	808	3	3
Qy	0,114	32	3	3	-0,124	1	3	3
Qz	0,19	1	1	3	-0,176	91	1	3

Гл. балки

Выборка величины усилий от комбинаций

Единицы измерения: т, м

Параметры выборки:

Список узлов/элементов: 20-27 50-57 79-86 109-116 136-143 166-173 178-209 789-796 819-826 830-845 848-863 1319-1374

Список сечений: Все

Список загружений/комбинаций: 1, 2, 3, 4

Список факторов: Все

Выборка величины усилий от комбинаций								
Наименование	Максимальные значения			Минимальные значения				
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
N	0,328	185	3	3	-3,51	1333	1	2
My	4,353	139	3	3	-8,034	1347	1	2
Mz	6,445	50	1	2	-6,477	855	3	3
Qy	0,245	1367	3	3	-0,349	1340	1	3
Qz	0,438	1339	1	3	-0,454	1340	1	3

Прогоны

Выборка величины усилий от комбинаций

Единицы измерения: т, м

Параметры выборки:

Список узлов/элементов: 210-272 292-379 864-888 909-942 1383 1384 1387 1388 1391-1394 1399-1402 1407-1410

Список сечений: Все

Список загружений/комбинаций: 1, 2, 3, 4

Список факторов: Все

Выборка величины усилий от комбинаций								
Наименование	Максимальные значения			Минимальные значения				
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
N	1,808	874	1	3	-0,881	926	1	2
My	1,285	224	2	2	0	210	1	1
Mz	0,856	211	1	2	-0,856	210	3	2
Qy	0,038	1394	1	3	-0,039	1392	1	3
Qz	0,022	1391	1	2	-0,023	1393	1	3

Связи и распорки

Выборка величины усилий от комбинаций

Единицы измерения: Т, м

Параметры выборки:

Список узлов/элементов: 226-230 294-298 313-322 337-341 768-771 874-876 911-913 922-925 928 1421-1424 1427 1428 1431 1432 1437-1440 1445-1448 1453-1456 1467 r 1473 3 1474-1488

Список сечений: Все

Список загружений/комбинаций: Все

Список факторов: N, My, Mz, Qy, Qz

Выборка величины усилий от комбинаций								
Наименование	Максимальные значения			Минимальные значения				
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
N	1,837	1428	3	2	-2,174	1437	1	2
My	0,494	925	2	3	-1,135	876	1	2
Mz	0,952	876	1	2	-0,91	229	3	2
Qy	0,046	1439	3	3	-0,059	1439	1	3
Qz	0,025	1438	1	3	-0,025	1439	1	3

Главные балки антресоли

Выборка величины усилий от комбинаций

Единицы измерения: т, м

Параметры выборки:

Список узлов/элементов: 698-765 1267-1317

Список сечений: Все

Список загружений/комбинаций: 1, 2, 3, 4

Список факторов: Все

Выборка величины усилий от комбинаций								
Наименование	Максимальные значения			Минимальные значения				
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
N	0,633	732	1	3	-0,655	1300	1	4
My	14,15	1313	3	2	-5,012	1309	3	2
Mz	8,269	1310	1	2	-7,966	1316	3	3
Qy	0,003	1275	1	2	-0,003	715	1	2
Qz	0,007	1275	1	2	-0,007	715	1	2

Второстепенные балки антресоли

Выборка величины усилий от комбинаций

Единицы измерения: кН, м

Параметры выборки:

Список узлов/элементов: 584-697 1147-1266

Список сечений: Все

Список загружений/комбинаций: 1, 2, 3, 4

Список факторов: Все

Выборка величины усилий от комбинаций								
Наименование	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
N	0,942	1147	1	3	-4,443	1158	1	3
My	46,543	592	3	2	-15,599	1261	3	3
Qz	29,862	1178	1	3	-28,905	1175	3	2
Mz	0,024	1152	3	2	-0,018	1165	1	4
Qy	0,033	1153	1	2	-0,037	1152	1	2

Проверка базы в расчетной программе

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент условий работы 1

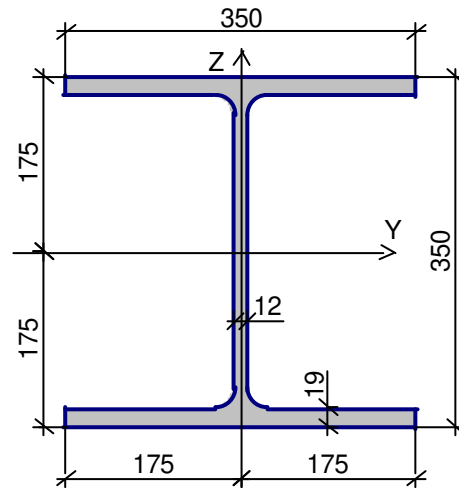
Сталь С345

Бетон тяжелый класса В25

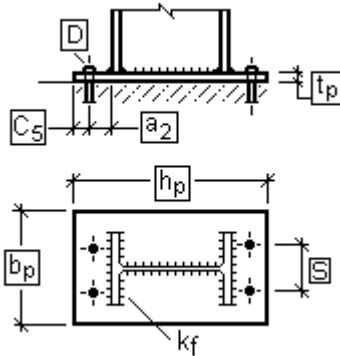
Сварные соединения выполнять с помощью ручной сварки электродом марки Е-42

Профиль

35К2 (Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93)



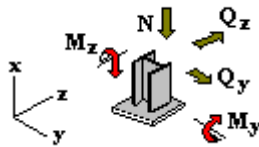
Конструкция



Болты анкерные диаметра 30 из стали Ст3пс4 - 4 шт

$h_p = 690$ мм
 $b_p = 690$ мм
 $t_p = 40$ мм
 $S = 380$ мм
 $C_5 = 85$ мм
 $a_2 = 85$ мм
 $k_f = 8$ мм

Усилия



	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y
	T	T*м	T	T*м	T
1	65	0,26	0,15	3,9	12,48

Результаты расчета по комбинациям нагрузок

$N = 65$ T

$M_y = 0,26$ T*м

$Q_z = 0,15$ T

$M_z = 3,9$ T*м

$Q_y = 12,48 \text{ Т}$

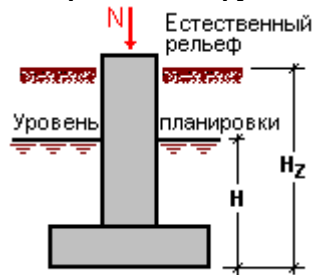
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.6.2, (101)	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на свободных трапецевидных участках плиты	0,597
	Прочность бетона фундамента на местное смятие под плитой	0,115
п.14.1.16, (176), (177)	Прочность крепления колонны к опорной плите	0,548

Коэффициент использования 0,597 - Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на свободных трапецевидных участках плиты

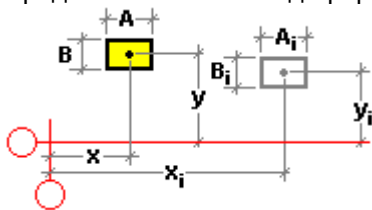
Осадка фундамента

Расчет выполнен по СП 22.13330.2011

Рассматриваемый фундамент

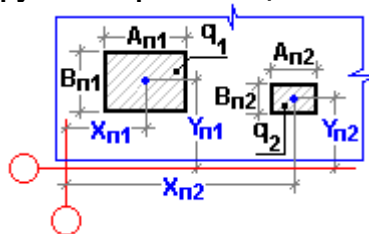


Глубина заложения подошвы фундамента от уровня планировки, H 2,2 м
 Глубина заложения подошвы фундамента относительно естественного рельефа, H_z 2,2 м
 Предельная величина деформации фундамента 150 мм



Координаты центра		Размеры подошвы		Продольная сила
X	Y	A	B	
м	м	м	м	кН
0	0	2,4	2,4	531

Нагрузки на прилегающие площади



	Координаты центра		Размеры в плане		Нагрузка
	X	Y	A	B	
	м	м	м	м	кПа
1	3,5	3	7	6	6
2	3,5	3	7	6	2,7
3	3,5	3	7	6	4

Грунты

Коэффициент надежности по грунту $\gamma_g = 1$

Средний удельный вес грунта выше подошвы фундамента 1,71 Т/м³

	Наименование	Толщина слоя	Удельный вес	Удельное сцепление	Угол внутреннего трения	Модуль деформации	Наличие воды	Коэффициент пористости	Коэффициенты условий работы		Учитывать поровое давление
		м	Т/м ³	кПа	град	кПа			основания	фундамента	
1	№2	1,5	1,96	26	21	18000		0	1,2	1	
2	№3	2	2,01	20	22	24000	+	0,62	1,2	1	
3	№4	8	2,06	36	23	42000		0	1,2	1	

Характеристики грунтов по просадке - нет просадки

Результаты расчета

Проверка для уровня подошвы удовлетворена		
Расчетное сопротивление грунта в уровне подошвы фундамента	356,872	кПа
Среднее давление от нагрузок (включая вес тела фундамента, грунта и пола) в уровне подошвы фундамента	138,425	кПа
Осадка определена для основания в виде упругого полупространства		
Осадка основания	11,077	мм
Просадка от нагрузки	0	мм
Просадка от веса грунта	0	мм
Сумма осадки и просадки	11,077	мм
Глубина сжимаемой толщи	3,42	м
Винклеровский коэффициент постели	1273,896	Т/м ³

Данные по слоям грунта

	Толщина слоя	Давление от нагрузки в средней точке слоя	Бытовое давление в средней точке слоя	Расчетное давление в уровне кровли разнородных слоев грунта	Осадка
	м	кПа	кПа	кПа	мм
1	0,96	124,812	46,134	0	5,609
2	0,54	96,69	60,555	0	2,443
3	0,96	64,477	68,682	429,648	2,171
4	0,96	37,845	74,554	0	0,854

Осадка фундамента не превышает допустимой.