«Қазақ Сантехжобалау» Жауапкершілігі шектеулі серіктестігі
Товарищество с ограниченной ответственностью «Казахский Сантехпроект»

Реконструкция тепломагистрали ТМ 18 “Айнабулак” от НС-18 до НС-19 до ТК 18-51 с реконструкцией НС-17,19

РАСЧЕТЫ

4575-3-С11-КЖ.Р

2020 г.

«Қазақ Сантехжобалау» Жауапкершілігі шектеулі серіктестігі
Товарищество с ограниченной ответственностью «Казахский Сантехпроект»

Реконструкция тепловых сетей города Алматы. Реконструкция тепломагистрали ТМ 18 "Айнабулак" от НС-18 до НС-19 до ТК 18-51, с реконструкцией НС-17, 19. Тепловые сети.

РАСЧЕТЫ

4575-3-С11-КЖ.Р

Директор **А. В. Вахламов**

Главный инженер **А. Е. Быков**

Главный инженер проекта **Д. А. Торопов**

2020 г.

Взам. № подл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	59

Содержание

1. Введение....3
2. Неподвижные опоры Н1,Н3:Н6,Н9:Н11,Н13,Н18,Н20,Н25,Н26....4
3. Неподвижные опоры Н7,Н8,Н14,Н15,Н16,Н23....5
4. Неподвижная опора Н12....6
5. Неподвижные опоры Н27-Н29,Н33а,НН37,НН3....7
6. Неподвижные опоры Н14а,Н17,Н21,Н22,Н24....8
7. Неподвижная опора Н15а....9
8. Неподвижные опоры Н16а,16б....10
9. Неподвижные опоры Н30-Н33,Н39-Н41....11
10. Неподвижные опоры Н42,Н44,Н49,Н50,Н52,Н53,Н54....12
11. Неподвижные опоры Н45-Н48....13
12. Неподвижная опора Н53....14
13. Неподвижные опоры Н55-Н57....15
14. Неподвижная опора Н58....16
15. Неподвижная опора Н61....17
16. Неподвижные опоры Н62-Н69....18
17. Неподвижные опоры Н70-Н72....19
18. Неподвижные опоры Н73-Н75....20
19. Фундаменты под пролетное строение через БАК....21
    19.1. Исходные данные....21
    19.2. Результаты расчета....24
20. Фундаменты под опоры ОП1, ОП2....26
    20.1. Исходные данные....26
    20.2. Результаты расчета....28
21. Расчет камеры УТ3а (УТ13, УТ16)....30
    21.1. Конструктивная схема объекта....30
    21.2. Расчетная схема....31
        21.2.1. Общая характеристика расчетной схемы....31
        21.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения....32
        21.2.3. Сбор нагрузок....33
        21.2.4. Загружения и расчетные сочетания....34
        21.2.5. Цветные мозаики заданных нагрузок....34
    21.3. Результаты расчета....37
        21.3.1. Протокол расчета....37
    21.4. Мозаики армирования днища и стен....37
        21.4.1. Армирование днища....38
        21.4.2. Армирование стен....39

22. Расчет камеры УТ6 (УТ10, УТ15а, УТ15, УТ19, УТ21, УТ23, УТ1а, УТ1б, УТ8а)....41
22.1. Конструктивная схема объекта....41
22.2. Расчетная схема....42
22.2.1. Общая характеристика расчетной схемы....42
22.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения....42
22.2.3. Сбор нагрузок....43
22.2.4. Загружения и расчетные сочетания....44
22.2.5. Цветные мозаики заданных нагрузок....44
22.3. Результаты расчета....47
22.3.1. Протокол расчета....47
22.4. Мозаики армирования днища и стен....48
22.4.1. Армирование днища....48
22.4.2. Армирование стен....49
23. Расчет камеры У9 (УТ1, УТ4, УТ5, УТ10а, УТ11, УТ20)....51
23.1. Конструктивная схема объекта....51
23.2. Расчетная схема....53
23.2.1. Общая характеристика расчетной схемы....53
23.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения....53
23.2.3. Сбор нагрузок....54
23.2.4. Загружения и расчетные сочетания....55
23.2.5. Цветные мозаики заданных нагрузок....55
23.3. Результаты расчета....58
23.3.1. Протокол расчета....58
23.4. Мозаики армирования днища и стен....59
23.4.1. Армирование днища....59
23.4.2. Армирование стен....60
24. Расчет камеры У14 (УТ2, УТ3, УТ7, УТ8, УТ12, УТ17, УТ18, УТ22, УТ3б)....62
24.1. Конструктивная схема объекта....62
24.2. Расчетная схема....64
24.2.1. Общая характеристика расчетной схемы....64
24.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения....64
24.2.3. Сбор нагрузок....65
24.2.4. Загружения и расчетные сочетания....66
24.2.5. Цветные мозаики заданных нагрузок....67
24.3. Результаты расчета....69
24.3.1. Протокол расчета....69
24.4. Мозаики армирования днища и стен....70
24.4.1. Армирование днища....70
24.4.2. Армирование стен....71
25. Расчет пролетного строения №1 (№2, №4, №8, №9, №10, №27, №29, №30, №33, №35, №38, №39, №47, №61)....73
25.1. Конструктивная схема объекта....73
25.2. Расчетная схема....74

25.2.1. Общая характеристика расчетной схемы....74
25.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения....75
25.2.3. Сбор нагрузок....76
25.2.4. Загружения и расчетные сочетания....76
25.2.5. Цветные мозаики заданных нагрузок....77
25.3. Результаты расчета....78
25.3.1. Протокол расчета....78
25.3.2. Расчетные сочетания усилий в элементах схемы....79
25.3.3. Перемещения основных узлов схемы....83
25.3.3.1. Изгиб стоек....83
25.3.3.2. Прогиб балок....84
25.3.4. Нагрузки на фундамент....83
25.4. Проверочный расчет элементов пролетного строения....87
25.4.1. Правила чтения результатов в СТК-САПР....87
25.4.2. Мозаики результатов проверки....88
25.4.3. Локальная проверка элементов....90
26. Расчет пролетного строения №3 (№15, №16, №17, №19, №23, №41, №45)....93
26.1. Конструктивная схема объекта....93
26.2. Расчетная схема....94
26.2.1. Общая характеристика расчетной схемы....94
26.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения....94
26.2.3. Сбор нагрузок....95
26.2.4. Загружения и расчетные сочетания....95
26.2.5. Цветные мозаики заданных нагрузок....96
26.3. Результаты расчета....97
26.3.1. Протокол расчета....97
26.3.2. Расчетные сочетания усилий в элементах схемы....98
26.3.3. Перемещения основных узлов схемы....100
26.3.3.1. Изгиб стоек....100
26.3.3.2. Прогиб балок....101
26.3.4. Нагрузки на фундамент....102
26.4. Проверочный расчет элементов пролетного строения....102
26.4.1. Правила чтения результатов в СТК-САПР....102
26.4.2. Мозаики результатов проверки....104
26.4.3. Локальная проверка элементов....105
27. Расчет пролетного строения №51, №56 (№6, №14, №28, №34)....108
27.1. Конструктивная схема объекта....108
27.2. Расчетная схема....109
27.2.1. Общая характеристика расчетной схемы....109
27.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения....109
27.2.3. Сбор нагрузок....110
27.2.4. Загружения и расчетные сочетания....110
27.2.5. Цветные мозаики заданных нагрузок....111

27.3. Результаты расчета....112
27.3.1. Протокол расчета....112
27.3.2. Расчетные сочетания усилий в элементах схемы....113
27.3.3. Перемещения основных узлов схемы....115
27.3.3.1. Изгиб стоек....115
27.3.3.2. Прогиб балок....116
27.3.4. Нагрузки на фундамент....117
27.4. Проверочный расчет элементов пролетного строения....117
27.4.1. Правила чтения результатов в СТК-САПР....117
27.4.2. Мозаики результатов проверки....119
27.4.3. Локальная проверка элементов....120
28. Расчет основания камеры УТ3а....123
29. Расчет основания камеры УТ6....124
30. Расчет основания камеры УТ9....125
31. Расчет основания камеры УТ14....127
32. Расчет монолитного канала КЛ620-450(h) разрез 9-9....129
33. Расчет монолитного канала Кл210-120(h) разрез 3а-3а, 15-15, 16-16....131
34. Расчет монолитного канала Кл90-45(h) разрез 15-15, 16-16....133
35. Расчет фундаментов перехода №1....136
36. Расчет фундаментов перехода №3....159
37. Выводы....168

1. Введение

Настоящий расчет выполнен для проектирования строительных конструкций тепловых сетей, объекта «Реконструкция тепломагистрали ТМ18 «Айнабулак» от НС-18 до НС-19 до ТК18-51 с реконструкцией НС-17,19».

Исходными данными для проведения расчета послужили:

-задание на проектирование объекта;

-задание технологической группы «ТОО КАЗАХСКИЙ САНТЕХПРОЕКТ»;

-архитектурно-планировочное задание;

-технический отчет об инженерно-геологических условиях на объекте: «Реконструкция тепломагистрали ТМ18 Айнабулак от НС-18 до НС-19 до ТК18-51», выполненного ТОО «Геостройинвест» 2019г. Алматы.

Уровень ответственности сооружения – I (Повышенный).

Нормативный вес снегового покрова – 70кгс/м^2;

Нормативное значение ветрового давления – 38 кгс/м^2;

Сейсмичность площадки строительства 9 баллов;

Категория грунтов по сейсмическим свойствам – II.

Основанием фундаментов под пролетное строение через БАК и опоры ОП1, ОП2, неподвижных опор, камер будет служить суглинок (ИГЭ-2) со следующими физико-механическими характеристиками:

ρн =1,71 г/см3, ρI =1,69г/см3, ρII =1,65 г/см3; Сн =39/30 кПа CI =32/23 кПа, CII=38/28 кПа; φн=30/27°, φI=27/23°, φII=28/26°; E=22/11МПа.

Грунты в основании фундаментов Фм-3, Фм-4 уплотнить на глубину 1000мм с Ку=0,95 при оптимальной влажности 18%, с плотностью скелета грунта на нижней границе уплотняемой толщи 1,65т/м3. Ширина уплотняемой полосы за пределами конструкций должна быть не менее 500мм на сторону. Уплотнение производить тяжелыми трамбовками Ø1,2м, массой 2,5т, с числом ударов по одному следу 12-14 с высоты 6-8м.

Расчет фундаментов под пролетное строение через БАК и опор ОП1, ОП2 произведен на программном комплексе «ФОК Комплекс» 2016 (лицензия №09/16).

Расчет неподвижных опор выполнен с учетом требований действующей нормативной документации: СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», СНиП РК 5.03-34-2005 «Бетонные и железобетонные конструкции» по методике, описанной в технической литературе «Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. /Под общ. Ред. А. А. Николаев – М.: изд-во Стройиздат, 1965».

Расчет железобетонных конструкций теплофикационных камер, а также металлических конструкций пролетных строений проведен на основе численного метода МКЭ в перемещениях с использованием программного комплекса «ЛИРА-САПР 2019». Расчет выполнен по требованиям первой и второй групп предельных состояний, результатом которого является армирование конструкций камеры и подбор сечений металлических конструкций.

Расчет оснований теплофикационных камер, а также железобетонных конструкций монолитных каналов произведены с использованием системы общестроительных расчетов «Фундамент» (разработчик ООО ПСП «Стройэкспертиза» г. Тула, лицензия №77-12-036).

Расчет соответствует следующим нормативным документам:

СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции»;

СНиП 2.09.03-85 «Сооружения промышленных предприятий»;

СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия».

2. Неподвижные опоры Н1,Н3:Н6,Н9:Н11,Н13,Н18,Н20,Н25,Н26

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 16.0 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 16 \cdot тс \cdot 1.1 = 17.6 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 2.6 \cdot м$

Ширина: $L = 3.5 \cdot м$

Высота: $H = 2.0 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 3.5 \cdot м \cdot 2 \cdot м = 7 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.42 \cdot м$

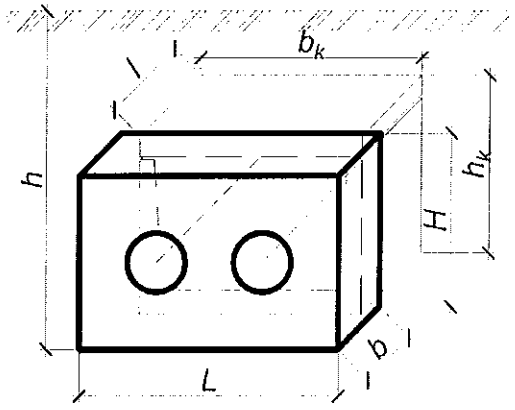
Ширина канала: $b_k = 3.06 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 4.345 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 10.0 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 1.0 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.4 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29 \cdot °$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 7 \cdot м^2 - 4.345 \cdot м^2 = 2.655 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 14.014 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 2.655 \cdot м^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 19.911 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 49.347 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 4.204 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 73.462 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 73.462 \cdot тс \; . > \; H_p = 17.6 \cdot тс$

3. Неподвижные опоры Н7,Н8,Н14,Н15,Н16,Н23

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 136 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 136 \cdot тс \cdot 1.1 = 149.6 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 4.19 \cdot м$

Ширина: $L = 6.0 \cdot м$

Высота: $H = 4.0 \cdot м$

Толщина: $b = 0.9 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 6 \cdot м \cdot 4 \cdot м = 24 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.42 \cdot м$

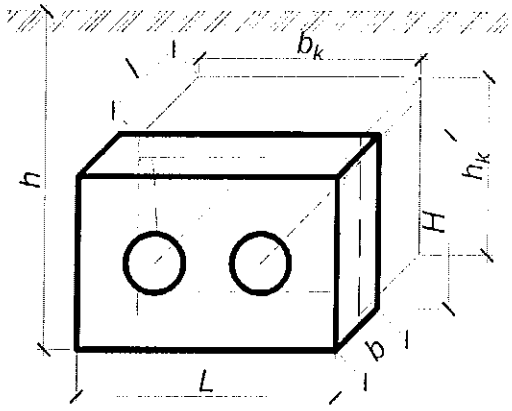
Ширина канала: $b_k = 3.06 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_K = h_k \cdot b_k = 4.345 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 3.35 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 1.62 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.4 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29 \cdot °$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_K = 24 \cdot m^2 - 4.345 \cdot m^2 = 19.655 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 49.777 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 19.655 \cdot m^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 147.411 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 24.501 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 14.933 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 186.845 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 186.845 \cdot тс \; . > \; H_p = 149.6 \cdot тс$

4. Неподвижная опора Н12

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 32 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 32 \cdot тс \cdot 1.1 = 35.2 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 3.5 \cdot м$

Ширина: $L = 5.0 \cdot м$

Высота: $H = 2.0 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 5 \cdot м \cdot 2 \cdot м = 10 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.42 \cdot м$

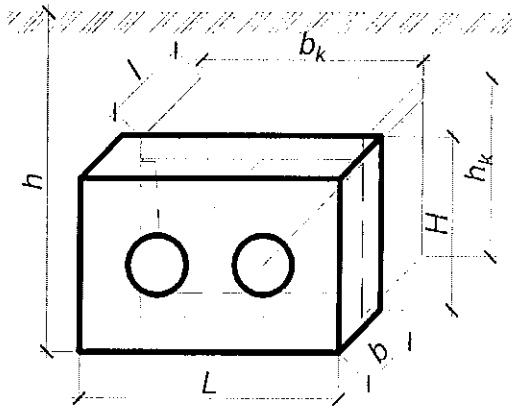
Ширина канала: $b_k = 4.64 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 6.589 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 3.5 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 2.0 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.4 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29 \cdot °$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 10 \cdot m^2 - 6.589 \cdot m^2 = 3.411 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 26.95 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 3.411 \cdot m^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 25.584 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 42.646 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 8.085 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 76.315 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 76.315 \cdot тс \; . > \; H_p = 35.2 \cdot тс$

5. Неподвижные опоры Н27÷Н29,Н33а,НН37,НН3

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 16 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 16 \cdot тс \cdot 1.1 = 17.6 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 2.75 \cdot м$

Ширина: $L = 3.5 \cdot м$

Высота: $H = 2.0 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 3.5 \cdot м \cdot 2 \cdot м = 7 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.42 \cdot м$

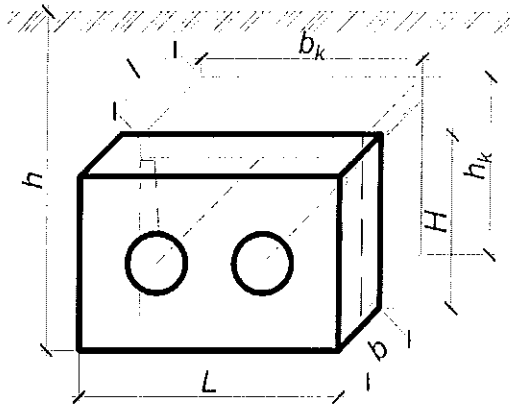
Ширина канала: $b_k = 3.06 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 4.345 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 3.0 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 1.62 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.4 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29\ °$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8\ \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 7 \cdot м^2 - 4.345 \cdot м^2 = 2.655 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 14.822 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 2.655 \cdot м^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 19.911 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 21.941 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 4.447 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 46.299 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 46.299 \cdot тс\ .> H_p = 17.6 \cdot тс$

6. Неподвижные опоры Н14а,Н17,Н21,Н22,Н24

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 136 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 136 \cdot тс \cdot 1.1 = 149.6 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 4.44 \cdot м$

Ширина: $L = 4.0 \cdot м$

Высота: $H = 3.0 \cdot м$

Толщина: $b = 0.9 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 4 \cdot м \cdot 3 \cdot м = 12 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.42 \cdot м$

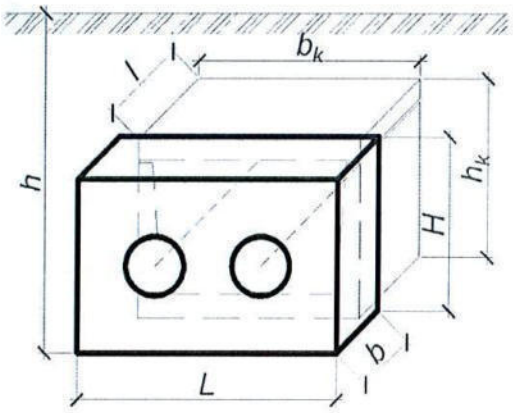
Ширина канала: $b_k = 3.06 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_k = h_k \cdot b_k = 4.345 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 10.0 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 2.38 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.4 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29°$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_k = 12 \cdot m^2 - 4.345 \cdot m^2 = 7.655 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 35.165 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 7.655 \cdot m^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 57.411 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 102.297 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 10.549 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 170.257 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 170.257 \cdot тс \; . > \; H_p = 149.6 \cdot тс$

7. Неподвижная опора Н15а

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 6 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 6 \cdot тс \cdot 1.1 = 6.6 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 1.83 \cdot м$

Ширина: $L = 1.2 \cdot м$

Высота: $H = 1.0 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 1.2 \cdot м \cdot 1 \cdot м = 1.2 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 0.72 \cdot м$

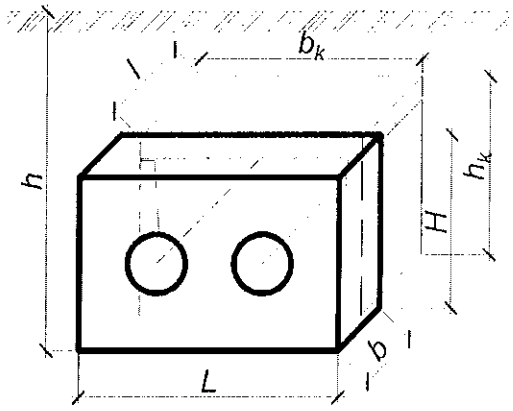
Ширина канала: $b_k = 1.02 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 0.734 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 7.0 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 1.139 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 0.8 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29\ °$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8\ \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 1.2 \cdot m^2 - 0.734 \cdot m^2 = 0.466 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 2.105 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 0.466 \cdot m^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 3.492 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 13.294 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 0.631 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 17.418 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 17.418 \cdot тс\ .> H_p = 6.6 \cdot тс$

8. Неподвижные опоры Н16а,16б

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 10 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 10 \cdot тс \cdot 1.1 = 11 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 2.156 \cdot м$

Ширина: $L = 2.0 \cdot м$

Высота: $H = 1.5 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 2 \cdot м \cdot 1.5 \cdot м = 3 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.16 \cdot м$

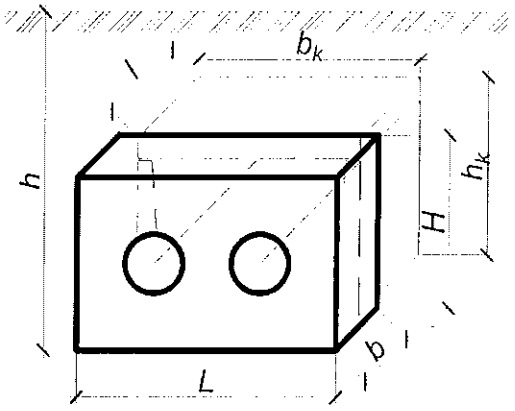
Ширина канала: $b_k = 1.84 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 2.134 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 5.5 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 0.536 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 1.55 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29 \, °$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \, \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 3 \cdot м^2 - 2.134 \cdot м^2 = 0.866 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 1.651 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 0.866 \cdot м^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 6.492 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 11.084 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 0.495 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 18.071 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 18.071 \cdot тс \; .> \; H_p = 11 \cdot тс$

8. Неподвижные опоры Н16а,16б

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 10 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 10 \cdot тс \cdot 1.1 = 11 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 2.156 \cdot м$

Ширина: $L = 2.0 \cdot м$

Высота: $H = 1.5 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 2 \cdot м \cdot 1.5 \cdot м = 3 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.16 \cdot м$

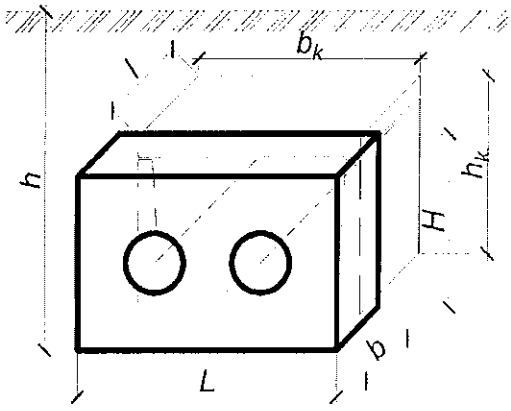
Ширина канала: $b_k = 1.84 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 2.134 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 5.5 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 0.536 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 1.55 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29\ °$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8\ \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 3 \cdot м^2 - 2.134 \cdot м^2 = 0.866 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 1.651 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 0.866 \cdot м^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 6.492 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 11.084 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 0.495 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 18.071 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 18.071 \cdot тс\ .> H_p = 11 \cdot тс$

9. Неподвижные опоры Н30÷Н33.Н39÷Н41

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 136 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 136 \cdot тс \cdot 1.1 = 149.6 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 4.89 \cdot м$

Ширина: $L = 6.0 \cdot м$

Высота: $H = 4.0 \cdot м$

Толщина: $b = 0.9 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 6 \cdot м \cdot 4 \cdot м = 24 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.42 \cdot м$

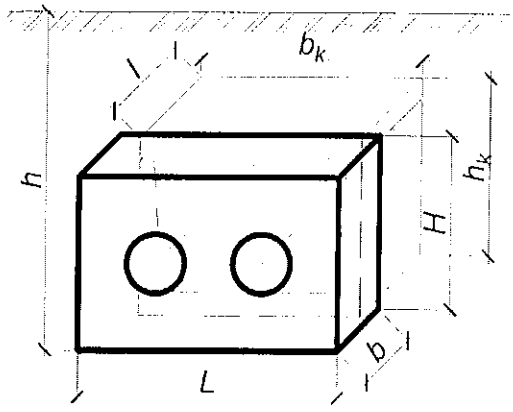
Ширина канала: $b_k = 3.06 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 4.345 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 4.75 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 2.526 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.4 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29°$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 24 \cdot м^2 - 4.345 \cdot м^2 = 19.655 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 58.093 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 19.655 \cdot м^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 147.411 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 51.252 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 17.428 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 216.091 \cdot тс$

<u>Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.</u>

$H_{ОП} = 216.091 \cdot тс \; . > . \; H_p = 149.6 \cdot тс$

10. Неподвижные опоры Н42, Н44, Н49, Н50, Н52, Н53, Н54

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 90.0 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 90 \cdot тс \cdot 1.1 = 99 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 4.5 м$

Ширина: $L = 4.0 \cdot м$

Высота: $H = 3.0 \cdot м$

Толщина: $b = 0.9 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 4 \cdot м \cdot 3 \cdot м = 12 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.5 \cdot м$

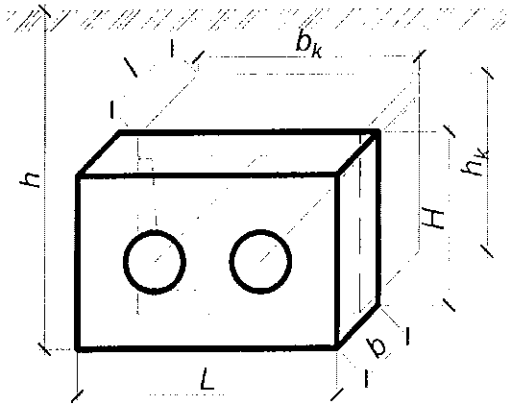
Ширина канала: $b_k = 2.46 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 3.69 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 5 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 2.5 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.36 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29 °$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 12 \cdot m^2 - 3.69 \cdot m^2 = 8.31 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 35.64 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 8.31 \cdot m^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 62.325 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 45.884 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 10.692 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 118.901 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 118.901 \cdot тс \; . > \; H_p = 99 \cdot тс$

11. Неподвижные опоры Н45÷Н48

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 8.0 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 8 \cdot тс \cdot 1.1 = 8.8 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 4.2 м$

Ширина: $L = 3.0 \cdot м$

Высота: $H = 2.0 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 3 \cdot м \cdot 2 \cdot м = 6 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.5 \cdot м$

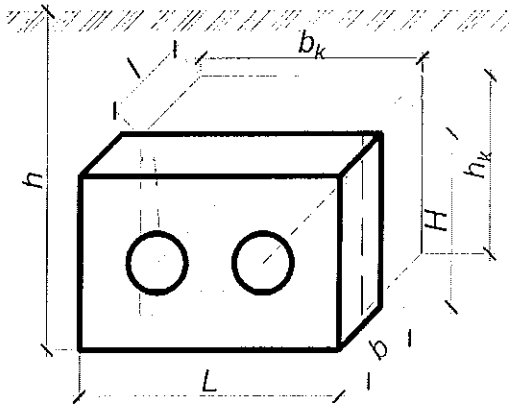
Ширина канала: $b_k = 2.46 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_k = h_k \cdot b_k = 3.69 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 3 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 2.5 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.36 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29°$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_k = 6 \cdot м^2 - 3.69 \cdot м^2 = 2.31 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 19.404 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 2.31 \cdot м^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 17.325 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 27.53 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 5.821 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 50.677 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 50.677 \cdot тс > H_p = 8.8 \cdot тс$

12. Неподвижная опора Н53

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 90.0 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 90 \cdot тс \cdot 1.1 = 99 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 3.7 \cdot м$

Ширина: $L = 4.0 \cdot м$

Высота: $H = 3.0 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 4 \cdot м \cdot 3 \cdot м = 12 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.51 \cdot м$

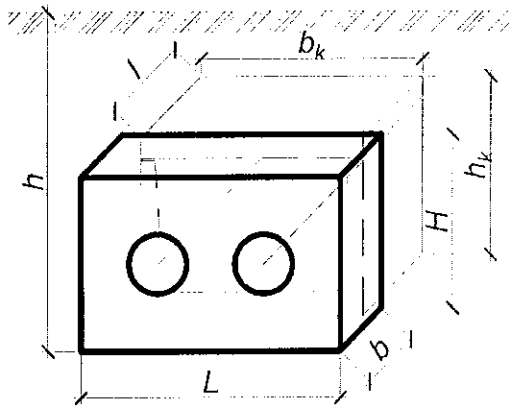
Ширина канала: $b_k = 2.46 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 3.715 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 5.0 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 2.9 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.36 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29\ °$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8\ \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 12 \cdot m^2 - 3.715 \cdot m^2 = 8.285 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 22.792 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 8.285 \cdot m^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 62.141 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 52.404 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 6.838 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 121.383 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 121.383 \cdot тс\ .>\ H_p = 99 \cdot тс$

13. Неподвижные опоры Н55÷Н57

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 64.0 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 64 \cdot тс \cdot 1.1 = 70.4 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 3.8 м$

Ширина: $L = 3 \cdot м$

Высота: $H = 2 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 3 \cdot м \cdot 2 \cdot м = 6 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.16 \cdot м$

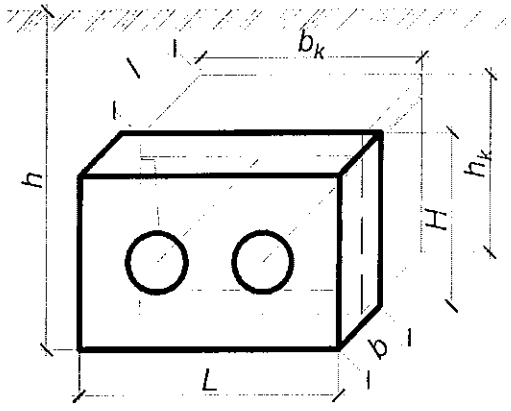
Ширина канала: $b_k = 1.84 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 2.134 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 10 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 2.5 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.36 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29°$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 6 \cdot m^2 - 2.134 \cdot m^2 = 3.866 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 17.556 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 3.866 \cdot m^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 28.992 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 70.148 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 5.267 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 104.407 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 104.407 \cdot тс \; . > \; H_p = 70.4 \cdot тс$

14. Неподвижная опора Н58

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 64.0 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 64 \cdot тс \cdot 1.1 = 70.4 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 4.4 м$

Ширина: $L = 4 \cdot м$

Высота: $H = 3 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 4 \cdot м \cdot 3 \cdot м = 12 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.16 \cdot м$

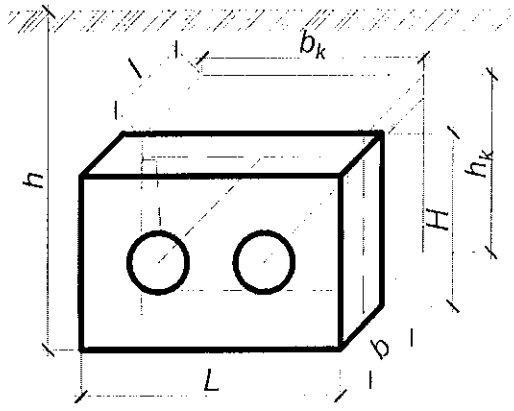
Ширина канала: $b_k = 1.84 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 2.134 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 3 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 2.58 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.36 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29 °$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 12 \cdot m^2 - 2.134 \cdot m^2 = 9.866 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 27.104 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 9.866 \cdot m^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 73.992 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 21.626 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 8.131 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 103.749 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 103.749 \cdot тс \; . > \; H_p = 70.4 \cdot тс$

15. Неподвижная опора Н61

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 5 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 5 \cdot тс \cdot 1.1 = 5.5 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 3.0 м$

Ширина: $L = 2.5 \cdot м$

Высота: $H = 1.8 \cdot м$

Толщина: $b = 0.6 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 2.5 \cdot м \cdot 1.8 \cdot м = 4.5 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.31 \cdot м$

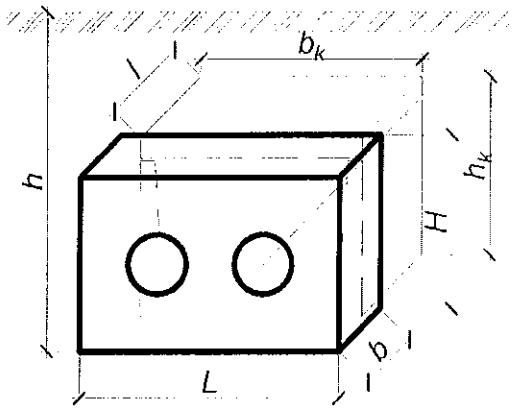
Ширина канала: $b_k = 2.16 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_k = h_k \cdot b_k = 2.83 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 3.5 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 1.6 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.59 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29°$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_k = 4.5 \cdot м^2 - 2.83 \cdot м^2 = 1.67 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 9.9 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 1.67 \cdot м^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 12.528 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 19.658 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 2.97 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 35.156 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 35.156 \cdot тс \; . > \; H_p = 5.5 \cdot тс$

16. Неподвижные опоры Н62÷Н69

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 44.5 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 44.5 \cdot тс \cdot 1.1 = 48.95 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 3.5м$

Ширина: $L = 3 \cdot м$

Высота: $H = 2.0 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 3 \cdot м \cdot 2 \cdot м = 6 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.31 \cdot м$

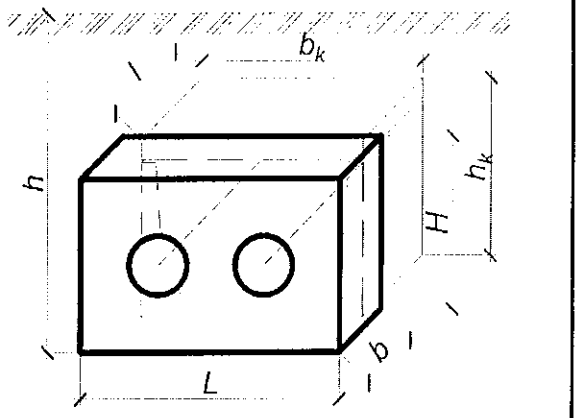
Ширина канала: $b_k = 2.16 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 2.83 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 4 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 1.98 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 2.59 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29°$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 6 \cdot м^2 - 2.83 \cdot м^2 = 3.17 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 16.17 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 3.17 \cdot м^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 23.778 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 26.758 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 4.851 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 55.387 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 55.387 \cdot тс \; . > \; H_p = 48.95 \cdot тс$

17. Неподвижные опоры Н70÷Н72

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 32.5 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 32.5 \cdot тс \cdot 1.1 = 35.75 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 3.4 м$

Ширина: $L = 3 \cdot м$

Высота: $H = 2.0 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 3 \cdot м \cdot 2 \cdot м = 6 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 1.16 \cdot м$

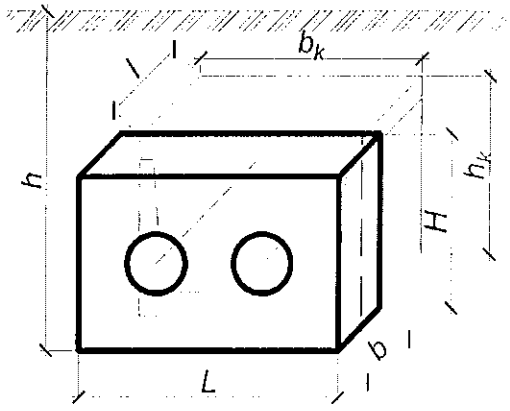
Ширина канала: $b_k = 1.84 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_к = h_k \cdot b_k = 2.134 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 3 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 2.31 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 1.55 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29 °$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_к = 6 \cdot m^2 - 2.134 \cdot m^2 = 3.866 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 15.708 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 3.866 \cdot m^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 28.992 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 18.935 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 4.712 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 52.639 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 52.639 \cdot тс \; . > \; H_p = 35.75 \cdot тс$

18. Неподвижные опоры Н73÷Н75

Исходные данные:

Нагрузка

Суммарная нормативная осевая нагрузка: $H_н = 22.5 \cdot тс$

Коэффициент надежности для горизонтальных нагрузок от трубопроводов: $\gamma_c = 1.1$

Суммарная расчетная осевая нагрузка: $H_p = H_н \cdot \gamma_c = 22.5 \cdot тс \cdot 1.1 = 24.75 \cdot тс$

Щитовая опора

Глубина заложения опоры: $h = 3.1м$

Ширина: $L = 2.5 \cdot м$

Высота: $H = 1.8 \cdot м$

Толщина: $b = 0.7 \cdot м$

Площадь опоры: $S = L \cdot H = 2.5 \cdot м \cdot 1.8 \cdot м = 4.5 \cdot м^2$

Усредненный объемный вес бетона и грунта: $\gamma_{ср} = 2.2 \cdot \frac{тс}{м^3}$

Канал

Высота канала: $h_k = 0.83 \cdot м$

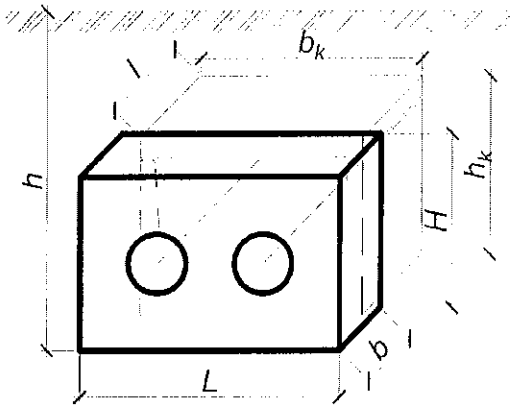
Ширина канала: $b_k = 1.84 \cdot м$

Площадь сечения канала: $F_k = h_k \cdot b_k = 1.527 \cdot м^2$

Длина канала: $l = 1.5 \cdot м$

Заглубление верха канала: $h = 2.6 \cdot м$

Расчетный собственный вес 1 пог. м канала: $P_p = 1.65 \cdot \frac{тс}{м}$



Грунт

Угол внутреннего трения грунта засыпки: $\varphi_I = 29°$

Удельный вес грунта засыпки: $\gamma_I = 1.8 \frac{тс}{м^3}$

Расчетное сопротивление грунта на глубине заложения оси трубы: $R_{гр} = 15 \cdot \frac{тс}{м^2}$

Коэффициент трения поверхности канала о грунт: $f = 0.3$

Расчет:

Площадь щитовой опоры, соприкасающаяся с грунтом: $F_{нетто} = S - F_k = 4.5 \cdot m^2 - 1.527 \cdot m^2 = 2.973 \cdot м^2$

Коэффициент активного давления грунта: $M_a = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = \tan\left(45 \cdot ° - \frac{29 \cdot °}{2}\right)^2 = 0.347$

Собственный вес опоры и грунта: $P = L \cdot b \cdot \gamma_{ср} \cdot h = 11.935 \cdot тс$

Нагрузка, воспринимаемая выступающей за пределы канала площадью щита:

$$H_{гр} = F_{нетто} \cdot 0.5 \cdot R_{гр} = 2.973 \cdot m^2 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot \frac{тс}{м^2} = 22.296 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая участком канала:

$$H_k = \left[2 \cdot \gamma_I \cdot h \cdot b_k + P_p + \gamma_I \cdot h_k \cdot M_a \cdot \left(2 \cdot h + h_k\right)\right] \cdot l \cdot f = 9.899 \cdot тс$$

Нагрузка, удерживаемая силой трения опоры:

$$H_{тр} = P \cdot f = 3.581 \cdot тс$$

Суммарная удерживающая нагрузка: $H_{ОП} = H_{гр} + H_k + H_{тр} = 35.776 \cdot тс$

Устойчивость опоры против осевого сдвига обеспечена, т.к.

$H_{ОП} = 35.776 \cdot тс \; . > \; H_p = 24.75 \cdot тс$

19. Фундаменты под пролетное строение через БАК.

19.1 Исходные данные.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КОМПЛЕКСА 457532

Сейсмичность, баллы 9
Произведение коэф. K0*K1*A/g по СП 14.13330.2014 0.08

******* Таблица 1.1 Материалы фундамента на естественном основании. *******

Классы бетона		Классы арматуры		
плитной части	подколонника	рабочей продольной плитной части	подколонника	конструктивной подколонника
1	2	3	4	5

Ф 1 порядковый номер 1 1 шт. ф-т на естественном основании
B15 B15 AIII AIII AI
Ф 2 порядковый номер 2 1 шт. ф-т на естественном основании
B15 B15 AIII AIII AI

******************* Таблица 1.2 Характеристики бетона. *******************

Класс бетона (из табл.1.1)	Расчетные сопротивления для I группы предельных состояний, кгс/см2		Коэффициент условий работы бетона
	Rb	Rbt	Yb1
1	2	3	4
Ф 1			
B15	85.0	7.50	1.00
B15	85.0	7.50	1.00
Ф 2			
B15	85.0	7.50	1.00
B15	85.0	7.50	1.00

****************** Таблица 1.3 Характеристики арматуры. ******************

Класс арматуры (из табл.1.1)	Расчетные сопротивления для I группы предельных состояний, кгс/см2		
	Rs	Rsw	Rsc
1	2	3	4
Ф 1			
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AI	2150.00	1700.00	2150.00
Ф 2			
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AI	2150.00	1700.00	2150.00

** Таблица 1.4 Стоимости материалов фундамента на естественном основании. **

Стоимость		
бетона плитной части,руб/м3	арматуры, руб/т	
	рабочей продольной плитной части	конструктивной подколонника
1	2	3
Ф 1		
43	340	340
Ф 2		
43	340	340

******* Таблица 2.1 Характеристики грунтов для расчета по деформациям. *******

Номер слоя	Толщина слоя,	Расчет внутр. угол	Расчет вес	Расчет удельн. сцепл.	Модуль дефор-мации	Модуль дефор-мации	Коэффициент Пуассо	Коэффициент пори-	Yc1*Yc2 k	Ограничение давлен.

		м	трения	грунта	тс/м2	слоя Е,	слоя Ее	на	стос-		на слой
			град	тс/м3		тс/м2	тс/м2		ти		тс/м2
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ф	1										
1	10.00		26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00
Ф	2										
1	10.00		26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00

********** Таблица 2.2 Отметки. **********

Относительные отметки, м					Удельный вес засыпного грунта, тс/м3	Расстояние от низа ростверка до острия сваи, м
подошвы	верха подколонника	планировки	уровня при родного рельефа	уровня грунтовых вод	уровня водоупора		
1	2	3	4	5	6	7	8
Ф	1						
-1.30	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00
Ф	2						
-1.30	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00

*** Таблица 2.3 Характеристики грунтов для расчета естественных оснований***
по несущей способности.

Номер слоя из табл.2.1	Расчетный угол внутреннего трения, град	Расч.удельн вес грунта тс/м3	Расчетное удельное сцепление, тс/м2	Yc	Yc,eq
1	2	3	4	5	6
Ф	1				
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.70
Ф	2				
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.70

********** Таблица 3. Подколонник, колонны.**********

Номер колонны 1-4	Тип колонны	Привязка ц.т. колонны к ц.т.подколонника, м по X	по Y	Размер сечения (ветви) ж/б колонны или базы металл.колонны, м по X	по Y	Глубина заделки ж/б колонны в стакан, м	Наружный габарит двухветвевой колонны, м по X	по Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ф	1							
Подколонник X= 1.20 Y= 3.40								
1	мет.сплош	0.000	1.150	1.200	0.600	0.000	0.000	0.000
2	мет.сплош	0.000	-1.150	1.200	0.600	0.000	0.000	0.000
Ф	2							
Подколонник X= 1.20 Y= 3.40								
1	мет.сплош	0.000	1.150	1.200	0.600	0.000	0.000	0.000
2	мет.сплош	0.000	-1.150	1.200	0.600	0.000	0.000	0.000

******* Таблица 4.1 Комбинации основных сочетаний расчетных нагрузок *******
от колонн (I группа предельных состояний).

Номер колонны из т.3 1-4	В плоскости XOZ изгибающий момент, тсм	поперечная сила,тс	В плоскости YOZ изгибающий момент, тсм	поперечная сила,тс	Нормальная сила, тс
1	2	3	4	5	6
Ф	1				
1	0.00	0.78	0.09	0.05	2.74
1	0.00	6.62	0.01	0.34	6.50
1	0.00	6.01	2.40	2.62	13.84
1	0.00	0.78	0.09	0.05	2.74
1	0.00	0.94	0.11	0.06	3.13
1	0.00	0.78	0.09	0.05	2.74
1	0.00	-5.05	0.17	-0.23	-1.01
1	0.00	-4.45	-2.23	-2.51	-8.35
1	0.00	0.78	0.09	0.05	2.74
1	0.00	6.32	0.01	0.33	6.31
1	0.00	6.46	0.03	0.34	6.65
1	0.00	5.75	2.29	2.49	13.28

2	0.00	0.83	-0.09	-0.06	2.74
2	0.00	3.35	-0.11	-0.10	5.76
2	0.00	6.47	-2.98	-1.27	14.30
2	0.00	0.83	-0.09	-0.06	2.74
2	0.00	1.00	-0.11	-0.07	3.13
2	0.00	0.83	-0.09	-0.06	2.74
2	0.00	-1.69	-0.06	-0.01	-0.27
2	0.00	-4.81	2.81	1.15	-8.81
2	0.00	0.83	-0.09	-0.06	2.74
2	0.00	3.22	-0.11	-0.10	5.60
2	0.00	3.38	-0.12	-0.11	5.95
2	0.00	6.19	-2.84	-1.21	13.72
2	0.00	6.35	-2.86	-1.22	14.07

Ф 2

1	0.00	-0.82	0.00	0.03	3.74
1	0.00	1.91	0.03	0.84	15.39
1	0.00	-1.51	0.00	0.01	8.04
1	0.00	-0.82	0.00	0.03	3.74
1	0.00	-1.01	0.00	0.09	4.66
1	0.00	-0.82	0.00	0.03	3.74
1	0.00	-3.55	-0.03	-0.77	-7.91
1	0.00	-0.13	0.00	0.06	-0.56
1	0.00	-0.82	0.00	0.03	3.74
1	0.00	1.77	0.03	0.80	14.81
1	0.00	1.61	0.03	0.85	15.63
1	0.00	-1.48	0.00	0.01	7.83
1	0.00	-1.65	0.00	0.06	8.65
1	0.00	1.77	0.03	0.80	14.81
1	0.00	-3.42	-0.03	-0.73	-7.33
1	0.00	-3.42	-0.03	-0.73	-7.33
1	0.00	1.61	0.03	0.85	15.63
1	0.00	-3.58	-0.03	-0.68	-6.50
1	0.00	-3.58	-0.03	-0.68	-6.50
1	0.00	-1.48	0.00	0.01	7.83
1	0.00	-0.16	0.00	0.06	-0.35
1	0.00	-0.16	0.00	0.06	-0.35
1	0.00	-1.65	0.00	0.06	8.65
1	0.00	-0.33	0.01	0.11	0.48
1	0.00	-0.33	0.01	0.11	0.48
2	0.00	-0.79	0.00	-0.03	3.74
2	0.00	3.79	-0.17	-0.12	13.31
2	0.00	-1.69	-0.19	0.50	9.41
2	0.00	-0.79	0.00	-0.03	3.74
2	0.00	-0.93	-0.01	-0.08	4.66
2	0.00	-0.79	0.00	-0.03	3.74
2	0.00	-5.37	0.17	0.06	-5.83
2	0.00	0.11	0.19	-0.56	-1.92
2	0.00	-0.79	0.00	-0.03	3.74
2	0.00	3.56	-0.17	-0.12	12.83
2	0.00	3.43	-0.17	-0.17	13.66
2	0.00	-1.64	-0.19	0.47	9.13
2	0.00	-1.77	-0.19	0.43	9.95
2	0.00	3.56	-0.17	-0.12	12.83
2	0.00	-5.14	0.16	0.06	-5.35
2	0.00	-5.14	0.16	0.06	-5.35
2	0.00	3.43	-0.17	-0.17	13.66
2	0.00	-5.27	0.16	0.01	-4.52
2	0.00	-5.27	0.16	0.01	-4.52
2	0.00	-1.64	-0.19	0.47	9.13
2	0.00	0.06	0.18	-0.53	-1.64
2	0.00	0.06	0.18	-0.53	-1.64
2	0.00	-1.77	-0.19	0.43	9.95
2	0.00	-0.06	0.18	-0.58	-0.82
2	0.00	-0.06	0.18	-0.58	-0.82

********* Таблица 4.2 Комбинации особых сочетаний расчетных нагрузок *********
от колонн (I группа предельных состояний).

Номер колонны из т.3 1-4	В плоскости XOZ: изгибающий момент, тсм	В плоскости XOZ: поперечная сила, тс	В плоскости YOZ: изгибающий момент, тсм	В плоскости YOZ: поперечная сила, тс	Нормальная сила, тс	Вид толчка
1	2	3	4	5	6	7

Ф 1

1	0.00	-1.07	0.08	-0.11	5.25	т.вдоль х
1	0.00	5.07	0.15	0.19	5.47	т.вдоль х
1	0.00	-11.13	2.08	-6.11	4.01	т.вдоль х
1	0.00	15.13	-1.84	6.19	6.71	т.вдоль х
1	0.00	5.20	-0.39	1.73	3.47	т.вдоль х
1	0.00	-1.21	0.62	-1.64	7.25	т.вдоль х

1	0.00	5.20	-0.39	1.73	3.47	т.вдоль x
1	0.00	-1.21	0.62	-1.64	7.25	т.вдоль x
1	0.00	-1.07	0.08	-0.11	5.25	т.вдоль y
1	0.00	5.07	0.15	0.19	5.47	т.вдоль y
1	0.00	-11.13	2.08	-6.11	4.01	т.вдоль y
1	0.00	15.13	-1.84	6.19	6.71	т.вдоль y
1	0.00	5.20	-0.39	1.73	3.47	т.вдоль y
1	0.00	-1.21	0.62	-1.64	7.25	т.вдоль y
1	0.00	5.20	-0.39	1.73	3.47	т.вдоль y
1	0.00	-1.21	0.62	-1.64	7.25	т.вдоль y
2	0.00	-0.82	-0.10	0.00	5.27	т.вдоль x
2	0.00	5.31	-0.12	-0.13	5.48	т.вдоль x
2	0.00	15.89	-0.05	-0.57	6.96	т.вдоль x
2	0.00	-11.40	-0.17	0.43	3.78	т.вдоль x
2	0.00	-0.89	-0.06	-0.25	3.65	т.вдоль x
2	0.00	5.38	-0.16	0.12	7.09	т.вдоль x
2	0.00	-0.89	-0.06	-0.25	3.65	т.вдоль x
2	0.00	5.38	-0.16	0.12	7.09	т.вдоль x
2	0.00	-0.82	-0.10	0.00	5.27	т.вдоль y
2	0.00	5.31	-0.12	-0.13	5.48	т.вдоль y
2	0.00	15.89	-0.05	-0.57	6.96	т.вдоль y
2	0.00	-11.40	-0.17	0.43	3.78	т.вдоль y
2	0.00	-0.89	-0.06	-0.25	3.65	т.вдоль y
2	0.00	5.38	-0.16	0.12	7.09	т.вдоль y
2	0.00	-0.89	-0.06	-0.25	3.65	т.вдоль y
2	0.00	5.38	-0.16	0.12	7.09	т.вдоль y

Ф 2

1	0.00	-1.07	0.08	-0.11	5.25	т.вдоль x
1	0.00	5.07	0.15	0.19	5.47	т.вдоль x
1	0.00	-11.13	2.08	-6.11	4.01	т.вдоль x
1	0.00	15.13	-1.84	6.19	6.71	т.вдоль x
1	0.00	5.20	-0.39	1.73	3.47	т.вдоль x
1	0.00	-1.21	0.62	-1.64	7.25	т.вдоль x
1	0.00	5.20	-0.39	1.73	3.47	т.вдоль x
1	0.00	-1.21	0.62	-1.64	7.25	т.вдоль x
1	0.00	-1.07	0.08	-0.11	5.25	т.вдоль y
1	0.00	5.07	0.15	0.19	5.47	т.вдоль y
1	0.00	-11.13	2.08	-6.11	4.01	т.вдоль y
1	0.00	15.13	-1.84	6.19	6.71	т.вдоль y
1	0.00	5.20	-0.39	1.73	3.47	т.вдоль y
1	0.00	-1.21	0.62	-1.64	7.25	т.вдоль y
1	0.00	5.20	-0.39	1.73	3.47	т.вдоль y
1	0.00	-1.21	0.62	-1.64	7.25	т.вдоль y
2	0.00	-0.82	-0.10	0.00	5.27	т.вдоль x
2	0.00	5.31	-0.12	-0.13	5.48	т.вдоль x
2	0.00	15.89	-0.05	-0.57	6.96	т.вдоль x
2	0.00	-11.40	-0.17	0.43	3.78	т.вдоль x
2	0.00	-0.89	-0.06	-0.25	3.65	т.вдоль x
2	0.00	5.38	-0.16	0.12	7.09	т.вдоль x
2	0.00	-0.89	-0.06	-0.25	3.65	т.вдоль x
2	0.00	5.38	-0.16	0.12	7.09	т.вдоль x
2	0.00	-0.82	-0.10	0.00	5.27	т.вдоль y
2	0.00	5.31	-0.12	-0.13	5.48	т.вдоль y
2	0.00	15.89	-0.05	-0.57	6.96	т.вдоль y
2	0.00	-11.40	-0.17	0.43	3.78	т.вдоль y
2	0.00	-0.89	-0.06	-0.25	3.65	т.вдоль y
2	0.00	5.38	-0.16	0.12	7.09	т.вдоль y
2	0.00	-0.89	-0.06	-0.25	3.65	т.вдоль y
2	0.00	5.38	-0.16	0.12	7.09	т.вдоль y

********** Таблица 4.6 Нагрузки на грунте.**********

Расчетные нагрузки на грунте с коэффициентом Yf>1 по квадрантам плана, тс/м2			
1	2	3	4

Ф 1

0.00	0.00	0.00	0.00

Ф 2

0.00	0.00	0.00	0.00

***** Таблица 5.1 Ограничения при проектировании фундамента (начало) *****

Схема приведения нагрузок	Допустимые осадка, м	Допустимые крен, рад вдоль оси X	Допустимые крен, рад вдоль оси Y	Ограничения на развития в плане +DX	+DY	-DX	-DY
1	2	3	4	5	6	7	8

Ф 1							
консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 2							
консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00

*** Таблица 5.2 Ограничения при проектировании фундамента (продолжение) ***

Максимально допустимое соотношение сторон	Признак сбивки	Признак определения осадки	Допустимая форма эпюры напряжений	Защитный слой, см	Допуст. ширина трещин в плите мм	Допуст. ширина трещин в свае, мм	Признак проектир подколон
1	2	3	4	5	6	7	8
Ф 1							
1.7	да	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да
Ф 2							
1.7	да	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да

******** Таблица 8.1. Задание для определения просадки фундамента ********
на естественном основании.

Тип просадочности 1-первый 2-второй	Коэффициент условий работы Yc	Номера просадочных слоев из таблицы 2.1						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ф 1								
1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ф 2								
1	0	1	0	0	0	0	0	0

***** Таблица 8.2.График относительной просадочности природного рельефа. *****

Глубина от поверхности природного рельефа, м	Начальное просадочное давление, тс/м2	Относительная просадочность при давлении на грунт, тс/м2			
		10	20	30	40
1	2	3	4	5	6
Ф 1					
1.30	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250
Ф 2					
1.30	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250

Таблица 10. Задание на подбор фундамента из базы (решение обратной задачи).

Марка фундамента	Номера фундаментов из номенклатуры от	до	Протокол проверки
1	2	3	4
Ф 2			
2	1	1	печатать

База данных 45753 для подбора фундаментов

********** Таблица 1. Опалубка проверяемого фундамента. **********

Тип опалубки	Размеры подошвы м		Высоты ступеней, м			Высота фундамента м	Размеры подколонника м	
	по X	по Y	I	II	III		по X	по Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5.40	5.10	0.30	0.30	0.30	7.50	1.20	3.40

********** Таблица 2. Вылеты ступеней. **********

Тип вылетов	Вылеты по X (слева направо), м						Вылеты по Y (снизу вверх), м					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

```
    1    0.75  0.60  0.75  0.75  0.60  0.75  0.30  0.30  0.25  0.25 0.30 0.30

***************** Таблица 3. Армирование подошвы фундамента. *****************
           |-----------------------------------------------|
           |                        |Площадь арматуры, см2 |
           |Тип армирования подошвы|-----------|----------|
           |                        |   по X    |   по Y   |
           |------------------------|-----------|----------|
           |           1            |     2     |    3     |
           |------------------------|-----------|----------|
                       1                 40.00       10.00

******************** Таблица 4. Армирование подколонника. ********************
|-----------------------------------------------------------------------------|
|  Тип  |          А р м и р о в а н и е   п о д к о л о н н и к а           |
|армиро-|----------------------------|----------------|----------------------|
| вания |площадь продольного армиро-|Способ армирова-| поперечное армирование|
| подко-|  вания вдоль одной грани,  |      ния       |---------------|-------|
|лонника|            см2             |1-плоская сетка |  диаметр, мм  | шаг,  |
|       |-------------|-------------|2-пространствен-|-------|-------|  мм   |
|       |    по  X    |    по  Y    |  ный каркас    | по X  | по Y  |       |
|-------|-------------|-------------|----------------|-------|-------|-------|
|   1   |      2      |      3      |       4        |   5   |   6   |   7   |
|-------|-------------|-------------|----------------|-------|-------|-------|
    1        10.00         10.00             1            8       8     400

***************** Таблица 5. Поперечное армирование стакана. *****************
|-----------------------------------------------------------------------------|
|  Тип  |     Поперечное армирование стакана      |      Сетки смятия         |
| попе- |-----------------------------------------|-------------|-------------|
|речного|  количество сеток с шагом   |  диаметр  |             |  диаметр    |
|армиро-|---------|---------|---------| арматуры, |  количество |  арматуры,  |
| вания |  50 мм  | 100 мм  | 200 мм  |    мм     |             |     мм      |
|-------|---------|---------|---------|-----------|-------------|-------------|
|   1   |    2    |    3    |    4    |     5     |      6      |      7      |
|-------|---------|---------|---------|-----------|-------------|-------------|
    1         0         0         0         0             4           5

************** Таблица 7. Номенклатура проверяемых фундаментов. **************
|-----------------------------------------------------------------------------|
|  Номер   |  Тип   |  Тип  |Тип арми-|Тип армиро-|    Тип    |   Тип    |
|фундамента|опалубки|вылетов| рования |   вания   |поперечного|свайного  |
| в номенк-|   из   |   из  | подошвы |подколонника|армирования|  куста   |
|  латуре  | табл.1 |табл.2 |из табл.3| из табл.4 | из табл.5 |из табл.6|
|----------|--------|-------|---------|-----------|-----------|---------|
|    1     |   2    |   3   |    4    |     5     |     6     |    7    |
|----------|--------|-------|---------|-----------|-----------|---------|
       1         1       1         1           1          1        0
```

19.2. Результаты расчета.

```
 ------------------------------------------------------------
|  457532|        Фундамент  Ф     1        |  5. 1.2021 |
------------------------------------------------------------
Крен вокруг оси Y 0.0023 > допустимого0.0020
Подошва увеличена по оси X   5.100 по оси Y  5.100
Крайний стержень по оси  x  приварить
Крен вокруг оси Y 0.0021 > допустимого0.0020
Подошва увеличена по оси X   5.400 по оси Y  5.100
Крайний стержень по оси  x  приварить
------------------------------------------------------------
| Наименование | Ед.|              Значение              |
------------------------------------------------------------
|           Напряжения и деформации основания             |
| Расч. сопрот.|    |                                    |
| грунта   (R) |т/м2|        44.57                       |
| Давление:    |    |                                    |
| максим.(Pmax)|т/м2|         9.30                       |
| среднее(Pmid)|т/м2|         5.56                       |
| миним.(Pmin) |т/м2|         1.25                       |
| кр.давл.от Мх|т/м2|         8.70                       |
| кр.давл.от Му|т/м2|         7.01                       |
| Осадка       |  м |       0.0075                       |
| Просадка     |  м |       0.0899                       |
| Крен:        |    |                                    |
| вокруг оси Y | рад|       0.0018                       |
| вокруг оси X | рад|      -0.0012                       |
| Сжатая толща |  м |         4.09                       |
| Верт.составл.|    |                                    |
| нагрузки     |  т |       169.13                       |
| допуст.верт. |    |                                    |
| нагрузка     |  т |      1676.77                       |
```

При сейсмической нагрузке			
Верт.составл. нагрузки	т	162.00	
допуст.верт. нагрузка	т	336.67	
Краевая ордината эпюры предельного давления	т/м2	82.57	
Макс.расч. напряжение	т/м2	16.75	
Макс.эксцент. расч.нагрузки вдоль оси X	м	1.436	
Опалубка фундамента			
Бетон класса В15			
Размеры плитной части	мм	по X 5400	по Y 5100
Смещение ц.т. подколонника	мм	по X 0	по Y 0
Высоты ступеней	мм	300 300 300	
Вылеты ступеней по оси X	мм	750 600 750 750 600 750	
по оси Y	мм	150 300 400 400 300 150	
Размеры подколонника			
по оси X	мм	1200	
по оси Y	мм	3400	
высота	мм	6600	
Размеры стакана и привязка			
по оси x	мм	0 0	0 0
по оси y	мм	0 1150	0 -1150
глубина	мм	0	0

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
16 AIII 2CH ------- 505* 535 12 AIII	340.6

Армирование подколонника по II типу

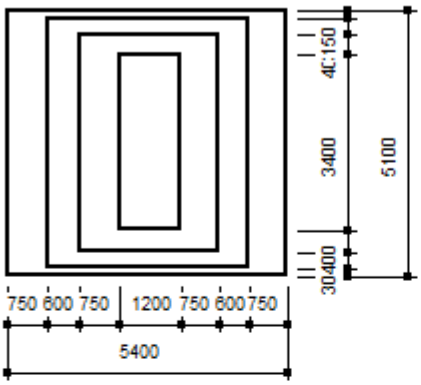
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	14AIII 1CH------ 10AIII (0) 115* 745	2	71.7
Каркас по оси Y	14AIII 1CH------ 10AIII (0) 335* 745	2	204.7

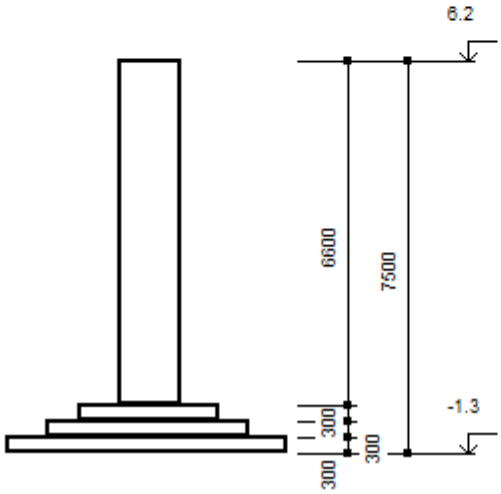
	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	220	206
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	300	300
рядовой	300	300

Наименование	Ед. изм.	Значение	
Шпильки диаметром 6 мм с шагом 600 м		длиной 745	52 шт.
		длиной 1250	26 шт.
Горизонт. связи диаметром 10 мм с шагом 1800 мм		длиной 3628	10 шт.

Наименование	Ед.	Значение

	изм.	
		Расход
Бетон	м3	44.2
Арматура		
рабочая	кг	894.4
Арматура		
конструктив.	кг	38.2
Стоимость	руб	2218.0





Фундамент Ф - 1

Число ф-тов в комплексе	1
Объем бетона ф-та (м3)	44.21
Вес арматуры ф-та (кг)	933

457532	Фундамент Ф 2	5. 1.2021

Армирование подколонника из номенклатуры потребовало усиления
Необходимое армирование приведено в результатах расчета
По расчету необходим второй тип армирования подколонника (в номенклатуре - первый)
Подобран из базы фундамент N 1

Наименование	Ед.	Значение
		Напряжения и деформации основания
Расч. сопрот.		
грунта (R)	т/м2	44.57
Давление:		
максим.(Pmax)	т/м2	8.74
среднее(Pmid)	т/м2	5.01
миним.(Pmin)	т/м2	1.28
кр.давл.от Mx	т/м2	6.40
кр.давл.от My	т/м2	7.34
Осадка	м	0.0057
Просадка	м	0.0815
Крен:		
вокруг оси Y	рад	0.0008
вокруг оси X	рад	0.0013
Сжатая толща	м	3.58

Верт.составл. нагрузки	т	158.33
допуст.верт. нагрузка	т	1793.45
При сейсмической нагрузке		
Верт.составл. нагрузки	т	161.33
допуст.верт. нагрузка	т	1025.84
Макс.эксцент. расч.нагрузки вдоль оси Y	м	0.560
Опалубка фундамента		
Бетон класса В15		
Размеры плитной части	мм	по X 5400 по Y 5100
Смещение ц.т. подколонника	мм	по X 0 по Y 0
Высоты ступеней	мм	300 300 300
Вылеты ступеней по оси X	мм	750 600 750 750 600 750
по оси Y	мм	300 300 250 250 300 300
Размеры подколонника		
по оси X	мм	1200
по оси Y	мм	3400
высота	мм	6600
Размеры стакана и привязка		
по оси x	мм	0 0 0 0
по оси y	мм	0 1150 0 -1150
глубина	мм	0 0

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
14 AIII 2СН ------- 505* 535 12 AIII	289.1

Армирование подколонника по II типу

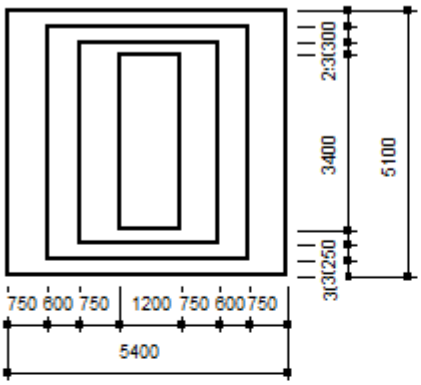
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	12AIII 1СН------ 10AIII (0) 115* 745	2	57.4
Каркас по оси Y	12AIII 1СН------ 10AIII (0) 335* 745	2	164.1

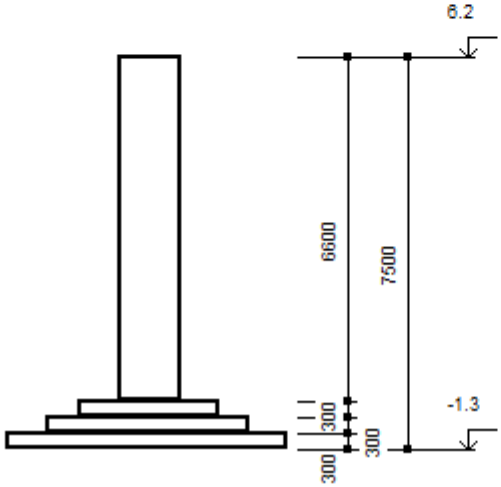
	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	220	206
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	300	300
рядовой	300	300

Наименование	Ед. изм.	Значение	
Шпильки диаметром 6 мм с шагом 600 м		длиной 745	52 шт.
		длиной 1250	26 шт.
Горизонт. связи диаметром 10 мм с шагом 1800 мм		длиной 3628	10 шт.

Наименование	Ед. изм.	Значение

		Расход
Бетон	м3	43.6
Арматура		
рабочая	кг	732.1
Арматура		
конструктив.	кг	38.2
Стоимость	руб	2137.3





Фундамент Ф - 2

Число ф-тов в комплексе	1
Обьем бетона ф-та (м3)	43.61
Вес арматуры ф-та (кг)	770

20. Фундаменты под опоры ОП1, ОП2.

20.1. Исходные данные

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КОМПЛЕКСА 457532

Сейсмичность, баллы 9
Произведение коэф. К0*К1*А/g по СП 14.13330.2014 0.08

******* Таблица 1.1 Материалы фундамента на естественном основании. *******

Классы бетона		Классы арматуры		
плитной части	подколонника	рабочей продольной плитной части	подколонника	конструктивной подколонника
1	2	3	4	5

Ф 3 порядковый номер 3 1 шт. ф-т на естественном основании
В15 В15 AIII AIII AI
Ф 4 порядковый номер 4 1 шт. ф-т на естественном основании
В15 В15 AIII AIII AI

********** Таблица 1.2 Характеристики бетона. **********

Класс бетона (из табл.1.1)	Расчетные сопротивления для I группы предельных состояний, кгс/см2		Коэффициент условий работы бетона
	Rb	Rbt	Yb1
1	2	3	4
Ф 3			
В15	85.0	7.50	1.00
В15	85.0	7.50	1.00
Ф 4			
В15	85.0	7.50	1.00
В15	85.0	7.50	1.00

********** Таблица 1.3 Характеристики арматуры. **********

Класс арматуры (из табл.1.1)	Расчетные сопротивления для I группы предельных состояний, кгс/см2		
	Rs	Rsw	Rsc
1	2	3	4
Ф 3			
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AI	2150.00	1700.00	2150.00
Ф 4			
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AI	2150.00	1700.00	2150.00

** Таблица 1.4 Стоимости материалов фундамента на естественном основании. **

Стоимость		
бетона плитной части, руб/м3	арматуры, руб/т	
	рабочей продольной плитной части	конструктивной подколонника
1	2	3
Ф 3		
43	340	340
Ф 4		
43	340	340

******* Таблица 2.1 Характеристики грунтов для расчета по деформациям. *******

Номер сл.	Толщина слоя, м	Расчет угол внутр. трения град	Расчет удельн. вес грунта тс/м3	Расчет удельн сцепл. тс/м2	Модуль дефор-мации слоя E, тс/м2	Модуль дефор-мации слоя Ee тс/м2	Коэффициент Пуассона	Коэффициент пори-стости	Yc1*Yc2 k	Ограничение давлен. на слой тс/м2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ф 3										
1	10.00	26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00
Ф 4										
1	10.00	26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00

********** Таблица 2.2 Отметки. **********

Относительные отметки, м						Удельный вес засыпного грунта, тс/м3	Расстояние от низа ростверка до острия сваи, м
подошвы	верха подколонника	планировки	уровня природного рельефа	уровня грунтовых вод	уровня водоупора		
1	2	3	4	5	6	7	8
Ф 3							
-1.35	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00
Ф 4							
-1.35	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00

*** Таблица 2.3 Характеристики грунтов для расчета естественных оснований***
по несущей способности.

Номер слоя из табл.2.1	Расчетный угол внутреннего трения, град	Расч.удельн вес грунта тс/м3	Расчетное удельное сцепление, тс/м2	Yc	Yc,eq
1	2	3	4	5	6
Ф 3					
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.70
Ф 4					
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.70

********** Таблица 3. Подколонник, колонны.**********

Номер колонны 1-4	Тип колонны	Привязка ц.т. колонны к ц.т.подколонника, м по X	по Y	Размер сечения (ветви) ж/б колонны или базы металл.колонны, м по X	по Y	Глубина заделки ж/б колонны в стакан, м	Наружный габарит двухветвевой колонны, м по X	по Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ф 3								
Подколонник X= 1.20 Y= 2.10								
1	мет.сплош	0.000	0.750	0.400	0.200	0.000	0.000	0.000
2	мет.сплош	0.000	-0.750	0.400	0.200	0.000	0.000	0.000
Ф 4								
Подколонник X= 1.20 Y= 2.10								
1	мет.сплош	0.000	0.750	0.400	0.200	0.000	0.000	0.000
2	мет.сплош	0.000	-0.750	0.400	0.200	0.000	0.000	0.000

******* Таблица 4.1 Комбинации основных сочетаний расчетных нагрузок *******
от колонн (I группа предельных состояний).

Номер колонны из т.3 1-4	В плоскости XOZ изгибающий момент, тсм	поперечная сила,тс	В плоскости YOZ изгибающий момент, тсм	поперечная сила,тс	Нормальная сила, тс

1	2	3	4	5	6
Ф 3					
1	0.00	0.00	0.00	0.05	0.68
1	0.00	-0.03	0.00	0.38	6.44
1	0.07	0.01	0.00	0.05	0.74
1	0.00	0.00	0.00	0.69	3.95
1	-0.07	-0.01	0.00	0.04	0.62
1	0.00	0.00	0.00	-0.60	-2.58
1	0.07	-0.03	0.00	0.94	9.15
1	0.07	-0.02	0.00	-0.22	3.27
1	-0.07	-0.04	0.00	0.93	9.04
1	-0.07	-0.04	0.00	-0.22	3.16
2	0.00	0.00	0.00	-0.05	0.70
2	0.00	-0.03	0.00	-0.38	6.46
2	0.07	0.01	0.00	-0.05	0.76
2	0.00	0.00	0.00	0.60	-2.56
2	-0.07	-0.01	0.00	-0.04	0.65
2	0.00	0.00	0.00	-0.69	3.97
2	0.07	-0.02	0.00	0.22	3.29
2	0.07	-0.03	0.00	-0.94	9.17
2	-0.07	-0.04	0.00	0.22	3.18
2	-0.07	-0.04	0.00	-0.94	9.06
Ф 4					
1	0.00	0.00	0.00	0.05	0.71
1	-0.01	0.03	0.00	0.35	6.05
1	0.07	0.03	0.00	0.05	0.68
1	0.00	0.00	0.00	0.58	3.38
1	-0.07	-0.02	0.00	0.05	0.73
1	0.00	0.00	0.00	-0.49	-1.96
1	0.05	0.05	0.00	0.82	8.17
1	0.06	0.05	0.00	-0.14	3.36
1	-0.09	0.01	0.00	0.82	8.21
1	-0.08	0.01	0.00	-0.14	3.40
1	-0.07	-0.01	0.00	0.04	0.62
1	0.00	0.00	0.00	-0.60	-2.58
1	0.07	-0.03	0.00	0.94	9.15
1	0.07	-0.02	0.00	-0.22	3.27
1	-0.07	-0.04	0.00	0.93	9.04
1	-0.07	-0.04	0.00	-0.22	3.16
2	0.00	0.00	0.00	-0.05	0.72
2	-0.01	0.03	0.00	-0.35	6.07
2	0.07	0.03	0.00	-0.05	0.70
2	0.00	0.00	0.00	0.49	-1.95
2	-0.07	-0.02	0.00	-0.05	0.75
2	0.00	0.00	0.00	-0.58	3.40
2	0.06	0.05	0.00	0.14	3.38
2	0.05	0.05	0.00	-0.82	8.19
2	-0.08	0.01	0.00	0.14	3.42
2	-0.09	0.01	0.00	-0.82	8.23
2	0.00	0.00	0.00	-0.69	3.97
2	0.07	-0.02	0.00	0.22	3.29
2	0.07	-0.03	0.00	-0.94	9.17
2	-0.07	-0.04	0.00	0.22	3.18
2	-0.07	-0.04	0.00	-0.94	9.06

********* Таблица 4.2 Комбинации особых сочетаний расчетных нагрузок *********
от колонн (I группа предельных состояний).

Номер колонны из т.3 1-4	В плоскости XOZ: изгибающий момент, тсм	В плоскости XOZ: поперечная сила, тс	В плоскости YOZ: изгибающий момент, тсм	В плоскости YOZ: поперечная сила, тс	Нормальная сила, тс	Вид толчка
1	2	3	4	5	6	7
Ф 3						
1	-0.15	-0.09	0.00	0.65	7.24	т.вдоль x
1	0.17	0.02	0.00	-2.59	-12.68	т.вдоль x
1	0.26	0.04	0.00	0.61	6.56	т.вдоль x
1	-0.14	-0.08	0.00	0.01	3.98	т.вдоль x
1	0.26	0.04	0.00	-0.03	3.29	т.вдоль x
1	-0.26	-0.10	0.00	0.64	7.15	т.вдоль x

1	0.14	0.03	0.00	0.61	6.46	т.вдоль x
1	-0.26	-0.10	0.00	0.00	3.88	т.вдоль x
1	0.15	0.03	0.00	-0.04	3.20	т.вдоль x
1	-0.06	-0.07	0.00	3.84	26.48	т.вдоль x
1	0.17	0.03	0.00	-3.23	-15.95	т.вдоль x
1	-0.05	-0.06	0.00	3.20	23.21	т.вдоль x
1	0.05	0.01	0.00	-2.59	-12.77	т.вдоль x
1	-0.17	-0.08	0.00	3.84	26.38	т.вдоль x
1	0.06	0.01	0.00	-3.23	-16.04	т.вдоль x
1	-0.17	-0.08	0.00	3.20	23.12	т.вдоль x
1	-0.15	-0.09	0.00	0.65	7.24	т.вдоль y
1	0.17	0.02	0.00	-2.59	-12.68	т.вдоль y
1	0.26	0.04	0.00	0.61	6.56	т.вдоль y
1	-0.14	-0.08	0.00	0.01	3.98	т.вдоль y
1	0.26	0.04	0.00	-0.03	3.29	т.вдоль y
1	-0.26	-0.10	0.00	0.64	7.15	т.вдоль y
1	0.14	0.03	0.00	0.61	6.46	т.вдоль y
1	-0.26	-0.10	0.00	0.00	3.88	т.вдоль y
1	0.15	0.03	0.00	-0.04	3.20	т.вдоль y
1	-0.06	-0.07	0.00	3.84	26.48	т.вдоль y
1	0.17	0.03	0.00	-3.23	-15.95	т.вдоль y
1	-0.05	-0.06	0.00	3.20	23.21	т.вдоль y
1	0.05	0.01	0.00	-2.59	-12.77	т.вдоль y
1	-0.17	-0.08	0.00	3.84	26.38	т.вдоль y
1	0.06	0.01	0.00	-3.23	-16.04	т.вдоль y
1	-0.17	-0.08	0.00	3.20	23.12	т.вдоль y
2	-0.14	-0.08	0.00	0.00	3.99	т.вдоль x
2	-0.05	-0.06	0.00	-3.21	23.23	т.вдоль x
2	0.26	0.04	0.00	0.03	3.31	т.вдоль x
2	-0.15	-0.08	0.00	-0.65	7.26	т.вдоль x
2	0.26	0.04	0.00	-0.61	6.58	т.вдоль x
2	-0.26	-0.09	0.00	0.00	3.90	т.вдоль x
2	0.15	0.03	0.00	0.04	3.22	т.вдоль x
2	-0.26	-0.10	0.00	-0.64	7.16	т.вдоль x
2	0.14	0.03	0.00	-0.61	6.49	т.вдоль x
2	0.17	0.03	0.00	3.24	-15.93	т.вдоль x
2	-0.06	-0.07	0.00	-3.85	26.49	т.вдоль x
2	0.17	0.02	0.00	2.59	-12.66	т.вдоль x
2	-0.17	-0.08	0.00	-3.20	23.14	т.вдоль x
2	0.06	0.01	0.00	3.24	-16.02	т.вдоль x
2	-0.17	-0.08	0.00	-3.85	26.40	т.вдоль x
2	0.05	0.01	0.00	2.60	-12.75	т.вдоль x
2	-0.14	-0.08	0.00	0.00	3.99	т.вдоль y
2	-0.05	-0.06	0.00	-3.21	23.23	т.вдоль y
2	0.26	0.04	0.00	0.03	3.31	т.вдоль y
2	-0.15	-0.08	0.00	-0.65	7.26	т.вдоль y
2	0.26	0.04	0.00	-0.61	6.58	т.вдоль y
2	-0.26	-0.09	0.00	0.00	3.90	т.вдоль y
2	0.15	0.03	0.00	0.04	3.22	т.вдоль y
2	-0.26	-0.10	0.00	-0.64	7.16	т.вдоль y
2	0.14	0.03	0.00	-0.61	6.49	т.вдоль y
2	0.17	0.03	0.00	3.24	-15.93	т.вдоль y
2	-0.06	-0.07	0.00	-3.85	26.49	т.вдоль y
2	0.17	0.02	0.00	2.59	-12.66	т.вдоль y
2	-0.17	-0.08	0.00	-3.20	23.14	т.вдоль y
2	0.06	0.01	0.00	3.24	-16.02	т.вдоль y
2	-0.17	-0.08	0.00	-3.85	26.40	т.вдоль y
2	0.05	0.01	0.00	2.60	-12.75	т.вдоль y
Ф 4						
1	-0.15	-0.05	0.00	0.56	6.34	т.вдоль x
1	0.16	0.11	0.00	-1.41	-5.69	т.вдоль x
1	0.24	0.14	0.00	0.55	6.12	т.вдоль x
1	-0.14	-0.05	0.00	0.03	3.67	т.вдоль x
1	0.24	0.14	0.00	0.01	3.45	т.вдоль x
1	-0.26	-0.09	0.00	0.56	6.38	т.вдоль x
1	0.12	0.10	0.00	0.55	6.16	т.вдоль x
1	-0.26	-0.09	0.00	0.03	3.71	т.вдоль x
1	0.12	0.10	0.00	0.02	3.49	т.вдоль x
1	-0.08	-0.02	0.00	2.51	18.15	т.вдоль x
1	0.17	0.11	0.00	-1.94	-8.36	т.вдоль x
1	-0.07	-0.02	0.00	1.98	15.48	т.вдоль x
1	0.05	0.07	0.00	-1.40	-5.65	т.вдоль x
1	-0.19	-0.06	0.00	2.52	18.19	т.вдоль x

1	0.05	0.07	0.00	-1.94	-8.33	т.вдоль x
1	-0.19	-0.06	0.00	1.98	15.52	т.вдоль x
1	-0.06	-0.07	0.00	3.84	26.48	т.вдоль x
1	0.17	0.03	0.00	-3.23	-15.95	т.вдоль x
1	-0.05	-0.06	0.00	3.20	23.21	т.вдоль x
1	0.05	0.01	0.00	-2.59	-12.77	т.вдоль x
1	-0.17	-0.08	0.00	3.84	26.38	т.вдоль x
1	0.06	0.01	0.00	-3.23	-16.04	т.вдоль x
1	-0.17	-0.08	0.00	3.20	23.12	т.вдоль x
1	-0.15	-0.05	0.00	0.56	6.34	т.вдоль y
1	0.16	0.11	0.00	-1.41	-5.69	т.вдоль y
1	0.24	0.14	0.00	0.55	6.12	т.вдоль y
1	-0.14	-0.05	0.00	0.03	3.67	т.вдоль y
1	0.24	0.14	0.00	0.01	3.45	т.вдоль y
1	-0.26	-0.09	0.00	0.56	6.38	т.вдоль y
1	0.12	0.10	0.00	0.55	6.16	т.вдоль y
1	-0.26	-0.09	0.00	0.03	3.71	т.вдоль y
1	0.12	0.10	0.00	0.02	3.49	т.вдоль y
1	-0.08	-0.02	0.00	2.51	18.15	т.вдоль y
1	0.17	0.11	0.00	-1.94	-8.36	т.вдоль y
1	-0.07	-0.02	0.00	1.98	15.48	т.вдоль y
1	0.05	0.07	0.00	-1.40	-5.65	т.вдоль y
1	-0.19	-0.06	0.00	2.52	18.19	т.вдоль y
1	0.05	0.07	0.00	-1.94	-8.33	т.вдоль y
1	-0.19	-0.06	0.00	1.98	15.52	т.вдоль y
1	0.17	0.03	0.00	-3.23	-15.95	т.вдоль y
1	-0.05	-0.06	0.00	3.20	23.21	т.вдоль y
1	0.05	0.01	0.00	-2.59	-12.77	т.вдоль y
1	-0.17	-0.08	0.00	3.84	26.38	т.вдоль y
1	0.06	0.01	0.00	-3.23	-16.04	т.вдоль y
1	-0.17	-0.08	0.00	3.20	23.12	т.вдоль y
2	0.14	0.03	0.00	-0.61	6.49	т.вдоль x
2	0.17	0.03	0.00	3.24	-15.93	т.вдоль x
2	-0.06	-0.07	0.00	-3.85	26.49	т.вдоль x
2	0.17	0.02	0.00	2.59	-12.66	т.вдоль x
2	-0.17	-0.08	0.00	-3.20	23.14	т.вдоль x
2	0.06	0.01	0.00	3.24	-16.02	т.вдоль x
2	-0.17	-0.08	0.00	-3.85	26.40	т.вдоль x
2	0.05	0.01	0.00	2.60	-12.75	т.вдоль x
2	-0.15	-0.05	0.00	-0.03	3.69	т.вдоль x
2	-0.07	-0.02	0.00	-1.98	15.50	т.вдоль x
2	0.24	0.14	0.00	-0.01	3.47	т.вдоль x
2	-0.15	-0.05	0.00	-0.56	6.36	т.вдоль x
2	0.24	0.14	0.00	-0.55	6.14	т.вдоль x
2	-0.26	-0.09	0.00	-0.03	3.72	т.вдоль x
2	0.13	0.10	0.00	-0.01	3.50	т.вдоль x
2	-0.26	-0.09	0.00	-0.56	6.39	т.вдоль x
2	0.12	0.10	0.00	-0.55	6.18	т.вдоль x
2	0.17	0.11	0.00	1.95	-8.35	т.вдоль x
2	-0.08	-0.02	0.00	-2.52	18.17	т.вдоль x
2	0.16	0.11	0.00	1.41	-5.67	т.вдоль x
2	-0.19	-0.06	0.00	-1.99	15.53	т.вдоль x
2	0.05	0.07	0.00	1.94	-8.31	т.вдоль x
2	-0.19	-0.06	0.00	-2.52	18.21	т.вдоль x
2	0.05	0.07	0.00	1.41	-5.64	т.вдоль x
2	-0.15	-0.05	0.00	-0.03	3.69	т.вдоль y
2	-0.07	-0.02	0.00	-1.98	15.50	т.вдоль y
2	0.24	0.14	0.00	-0.01	3.47	т.вдоль y
2	-0.15	-0.05	0.00	-0.56	6.36	т.вдоль y
2	0.24	0.14	0.00	-0.55	6.14	т.вдоль y
2	-0.26	-0.09	0.00	-0.03	3.72	т.вдоль y
2	0.13	0.10	0.00	-0.01	3.50	т.вдоль y
2	-0.26	-0.09	0.00	-0.56	6.39	т.вдоль y
2	0.12	0.10	0.00	-0.55	6.18	т.вдоль y
2	0.17	0.11	0.00	1.95	-8.35	т.вдоль y
2	-0.08	-0.02	0.00	-2.52	18.17	т.вдоль y
2	0.16	0.11	0.00	1.41	-5.67	т.вдоль y
2	-0.19	-0.06	0.00	-1.99	15.53	т.вдоль y
2	0.05	0.07	0.00	1.94	-8.31	т.вдоль y
2	-0.19	-0.06	0.00	-2.52	18.21	т.вдоль y
2	0.05	0.07	0.00	1.41	-5.64	т.вдоль y
2	0.17	0.03	0.00	3.24	-15.93	т.вдоль y
2	-0.06	-0.07	0.00	-3.85	26.49	т.вдоль y

2	0.17	0.02	0.00	2.59	-12.66	т.вдоль у
2	-0.17	-0.08	0.00	-3.20	23.14	т.вдоль у
2	0.06	0.01	0.00	3.24	-16.02	т.вдоль у
2	-0.17	-0.08	0.00	-3.85	26.40	т.вдоль у
2	0.05	0.01	0.00	2.60	-12.75	т.вдоль у

********** Таблица 4.6 Нагрузки на грунте.**********

	Расчетные нагрузки на грунте с коэффициентом Yf>1 по квадрантам плана, тс/м2			
	1	2	3	4
Ф 3				
	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 4				
	0.00	0.00	0.00	0.00

***** Таблица 5.1 Ограничения при проектировании фундамента (начало) *****

Схема приведения нагрузок	Допустимые осадка, м	крен, рад вдоль оси X	крен, рад вдоль оси Y	Ограничения на развития в плане +DX	+DY	-DX	-DY
1	2	3	4	5	6	7	8
Ф 3							
консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 4							
консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00

*** Таблица 5.2 Ограничения при проектировании фундамента (продолжение) ***

Максимально допустимое соотношение сторон	Признак сбивки	Признак определения осадки	Допустимая форма эпюры напряжений	Защитный слой, см	Допуст. ширина трещин в плите мм	Допуст. ширина трещин в свае, мм	Признак проектир подколон
1	2	3	4	5	6	7	8
Ф 3							
1.7	нет	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да
Ф 4							
1.7	нет	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да

******** Таблица 8.1. Задание для определения просадки фундамента ********
на естественном основании.

Тип просадочности 1-первый 2-второй	Коэффициент условий работы Yc	Номера просадочных слоев из таблицы 2.1						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ф 3								
1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ф 4								
1	0	1	0	0	0	0	0	0

***** Таблица 8.2.График относительной просадочности природного рельефа. *****

Глубина от поверхности природного рельефа, м	Начальное просадочное давление, тс/м2	Относительная просадочность при давлении на грунт, тс/м2			
		10	20	30	40
1	2	3	4	5	6
Ф 3					

	1.30	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250
Ф 4						
	1.30	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250

Таблица 10. Задание на подбор фундамента из базы (решение обратной задачи).

Марка фундамента	Номера фундаментов из номенклатуры от	до	Протокол проверки
1	2	3	4
Ф 3			
3	2	2	печатать
Ф 4			
4	2	2	печатать

База данных 45753 для подбора фундаментов

********** Таблица 1. Опалубка проверяемого фундамента. **********

Тип опалубки	Размеры подошвы м по X	по Y	Высоты ступеней, м I	II	III	Высота фундамента м	Размеры подколонника м по X	по Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5.40	5.10	0.30	0.30	0.30	7.50	1.20	3.40
2	3.60	3.90	0.30	0.30	0.00	1.50	1.20	2.10

********** Таблица 2. Вылеты ступеней. **********

Тип вылетов	Вылеты по X (слева направо), м I	II	III	IV	V	VI	Вылеты по Y (снизу вверх), м I	II	III	IV	V	VI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.75	0.60	0.75	0.75	0.60	0.75	0.30	0.30	0.25	0.25	0.30	0.30
2	0.75	0.45	0.00	0.00	0.45	0.75	0.45	0.45	0.00	0.00	0.45	0.45

********** Таблица 3. Армирование подошвы фундамента. **********

Тип армирования подошвы	Площадь арматуры, см2 по X	по Y
1	2	3
1	48.40	10.00
2	21.80	10.00

********** Таблица 4. Армирование подколонника. **********

Тип армирования подколонника	Армирование подколонника: площадь продольного армирования вдоль одной грани, см2 по X	по Y	Способ армирования 1-плоская сетка 2-пространственный каркас	поперечное армирование диаметр, мм по X	по Y	шаг, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	10.00	10.00	1	8	8	400
2	10.00	10.00	1	8	8	400

********** Таблица 5. Поперечное армирование стакана. **********

Тип попе-	Поперечное армирование стакана		Сетки смятия	

речного армирования	количество сеток с шагом 50 мм	100 мм	200 мм	диаметр арматуры, мм	количество	диаметр арматуры, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	0	4	5
2	0	0	0	0	2	5

********** Таблица 7. Номенклатура проверяемых фундаментов. **********

Номер фундамента в номенклатуре	Тип опалубки из табл.1	Тип вылетов из табл.2	Тип армирования подошвы из табл.3	Тип армирования подколонника из табл.4	Тип поперечного армирования из табл.5	Тип свайного куста из табл.6
1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	0
2	2	2	2	2	2	0

20.2. Результаты расчета.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ДЛЯ ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИХ ФУНДАМЕНТОВ

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ДЛЯ ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИХ ФУНДАМЕНТОВ

457532	Фундамент Ф 3	6. 1.2021

Просадочность 1 слоя под подошвой не учитывается,
т.к. начальное просадочное давление 5.000 т/м2
больше расчетного давления на основание 4.728 т/м2
Подобран из базы фундамент N 2

Наименование	Ед.	Значение
Напряжения и деформации основания		
Расч. сопрот. грунта (R)	т/м2	42.34
Давление:		
максим.(Pmax)	т/м2	4.17
среднее(Pmid)	т/м2	3.85
миним.(Pmin)	т/м2	2.13
кр.давл.от Mx	т/м2	3.86
кр.давл.от My	т/м2	4.17
Осадка	м	0.0020
Крен:		
вокруг оси Y	рад	0.0000
вокруг оси X	рад	-0.0006
Сжатая толща	м	2.16
Верт.составл. нагрузки	т	49.32
допуст.верт. нагрузка	т	1109.83
При сейсмической нагрузке		
Верт.составл. нагрузки	т	53.20
допуст.верт. нагрузка	т	332.43
Краевая ордината эпюры предельного давления	т/м2	92.67
Макс.расч. напряжение	т/м2	8.56
Макс.эксцент. расч.нагрузки вдоль оси Y	м	0.800
Опалубка фундамента		
Бетон класса В15		

Размеры плитной части	мм	по X 3600		по Y 3900			
Смещение ц.т. подколонника	мм	по X 0	по Y 0				
Высоты ступеней	мм	300	300	0			
Вылеты ступеней по оси X	мм	750	450	0	0	450	750
по оси Y	мм	450	450	0	0	450	450
Размеры подколонника							
по оси X	мм	1200					
по оси Y	мм	2100					
высота	мм	900					
Размеры стакана привязка							
по оси x	мм	0	0	0	0		
по оси y	мм	0	750	0	-750		
глубина	мм	0		0			

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
12 AIII 2СН ------- 355* 385 12 AIII	124.6

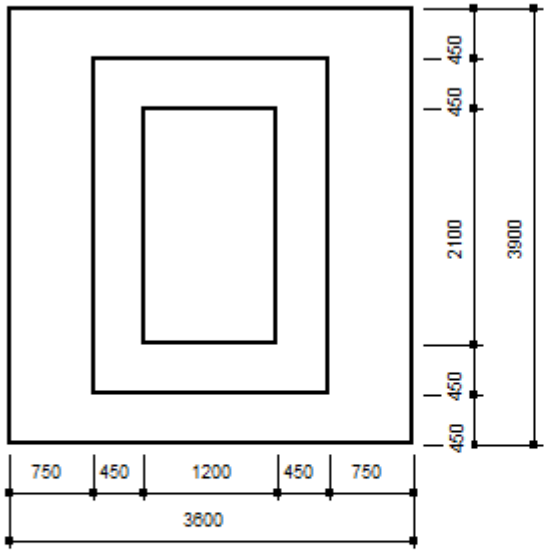
Армирование подколонника по II типу

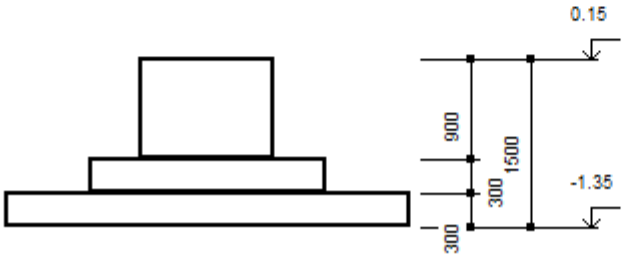
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	12AIII 1СН------ 10AIII (0) 115* 145	2	11.3
Каркас по оси Y	12AIII 1СН------ 10AIII (0) 205* 145	2	20.5

	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	220	200
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	300	300
рядовой	300	300

Наименование	Ед. изм.	Значение
Шпильки диаметром 6 мм с шагом 600 м		длиной 736 12 шт. длиной 1250 6 шт.

Наименование	Ед. изм.	Значение
		Расход
Бетон	м3	8.4
Арматура рабочая	кг	188.1
Арматура конструктив.	кг	3.6
Стоимость	руб	425.1





Фундамент Ф - 3

Число ф-тов в комплексе	1
Объем бетона ф-та (м3)	8.37
Вес арматуры ф-та (кг)	192

```
-------------------------------------------------------------
|  457532|        Фундамент  Ф     4        |  6. 1.2021 |
-------------------------------------------------------------
Просадочность   1  слоя под подошвой не учитывается,
т.к. начальное просадочное давление        5.000 т/м2
больше расчетного давления на основание    4.728 т/м2
Армирование подколонника из номенклатуры потребовало
усиления
Подобран из базы фундамент N   2
-------------------------------------------------------------
| Наименование | Ед.|              Значение              |
-------------------------------------------------------------
|           Напряжения и деформации основания             |
| Расч. сопрот.|    |                                    |
| грунта   (R) |т/м2|        42.34                       |
| Давление:    |    |                                    |
| максим.(Pmax)|т/м2|         4.17                       |
| среднее(Pmid)|т/м2|         3.85                       |
| миним.(Pmin) |т/м2|         2.13                       |
| кр.давл.от Mx|т/м2|         3.86                       |
| кр.давл.от My|т/м2|         4.17                       |
| Осадка       |  м |       0.0020                       |
| Крен:        |    |                                    |
| вокруг оси Y | рад|       0.0000                       |
| вокруг оси X | рад|      -0.0006                       |
| Сжатая толща |  м |         2.16                       |
| Верт.составл.|    |                                    |
| нагрузки     |  т |        49.32                       |
| допуст.верт. |    |                                    |
| нагрузка     |  т |      1109.83                       |
|          При сейсмической нагрузке                      |
| Верт.составл.|    |                                    |
| нагрузки     |  т |        53.20                       |
| допуст.верт. |    |                                    |
```

нагрузка	т	332.43	
Краевая орди-ната эпюры предельного давления	т/м2	92.67	
Макс.расч. напряжение	т/м2	8.56	
Макс.эксцент. расч.нагрузки вдоль оси Y	м	0.800	

Опалубка фундамента
Бетон класса В15

Размеры плитной части	мм	по X 3600		по Y 3900			
Смещение ц.т. подколонника	мм	по X 0		по Y 0			
Высоты ступеней	мм	300	300	0			
Вылеты ступе-ней по оси X	мм	750	450	0	0	450	750
по оси Y	мм	450	450	0	0	450	450
Размеры подколонника							
по оси X	мм	1200					
по оси Y	мм	2100					
высота	мм	900					
Размеры стака на и привязка							
по оси x	мм	0	0	0	0		
по оси y	мм	0	750	0	-750		
глубина	мм	0		0			

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
12 AIII 2CH ------- 355* 385 12 AIII	124.6

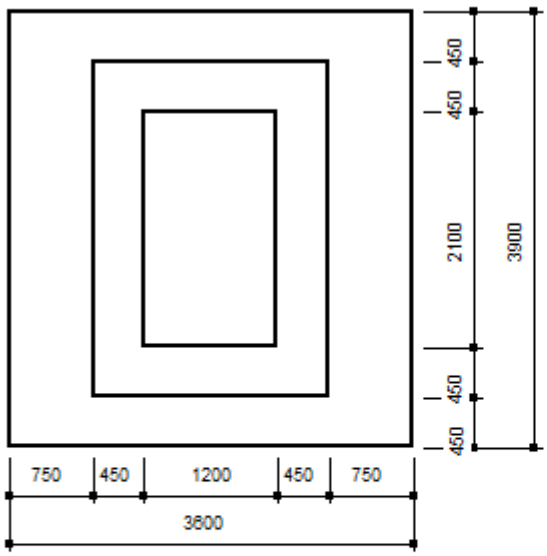
Армирование подколонника по II типу

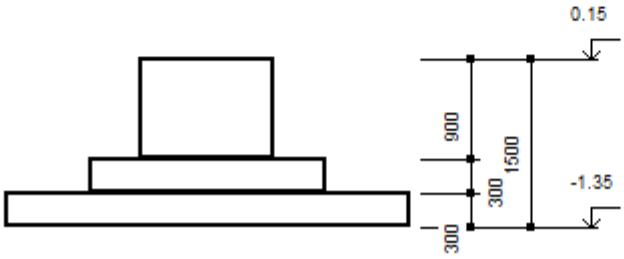
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	12AIII 1CH------ 10AIII (0) 115* 145	2	11.3
Каркас по оси Y	12AIII 1CH------ 10AIII (0) 205* 145	2	20.5

	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	220	200
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	300	300
рядовой	300	300

Наименование	Ед. изм.	Значение	
Шпильки диа-метром 6 мм с шагом 600 м		длиной 736	12 шт.
		длиной 1250	6 шт.

Наименование	Ед. изм.	Значение
		Расход
Бетон	м3	8.4
Арматура		
рабочая	кг	188.1
Арматура		
конструктив.	кг	3.6
Стоимость	руб	425.1





Фундамент Ф - 4

Число ф-тов в комплексе	1
Объем бетона ф-та (м3)	8.37
Вес арматуры ф-та (кг)	192

21. Расчет камеры УТ3а (УТ13, УТ16)

21.1. Конструктивная схема объекта

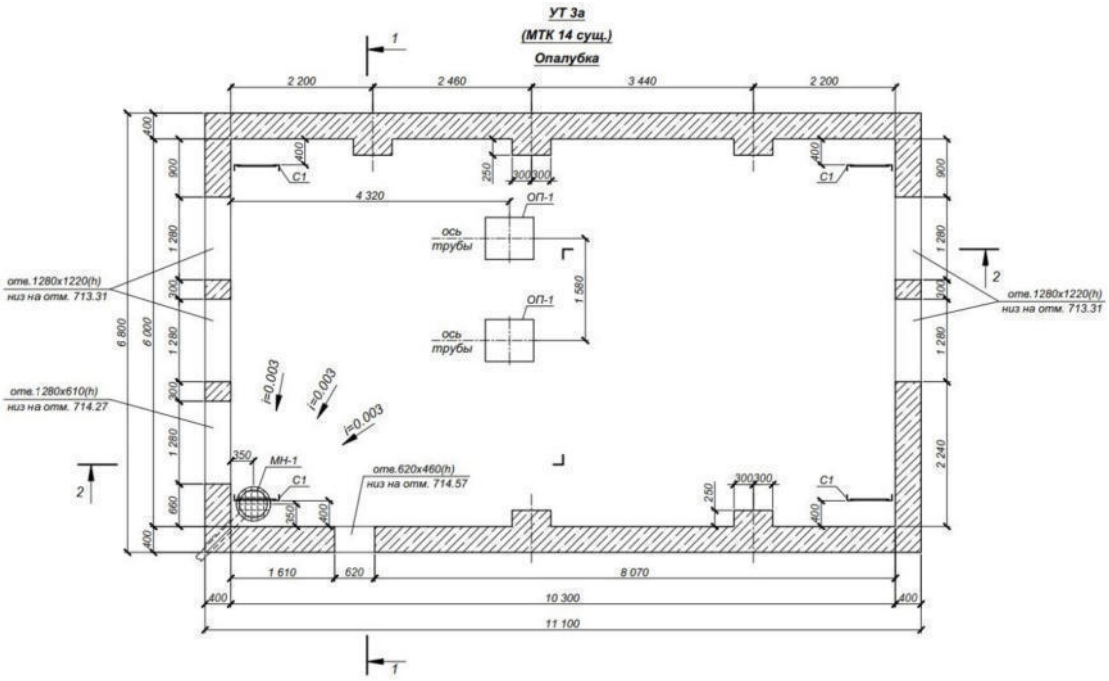
Объект расчета 4575-3-С11-КЖ.Р – это подземное сооружение h=3,7м, квадратной формы в плане, с габаритными размерами 11.1х6.8м. Высота камеры от верха днища до низа плит покрытия составляет 3,1м.

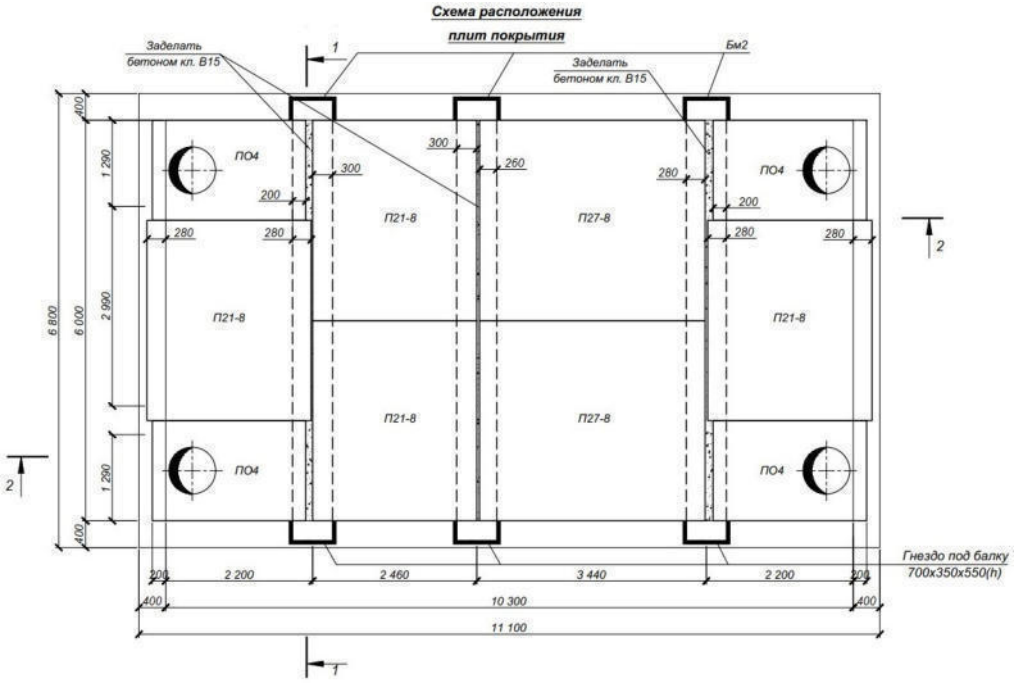
Стены камеры из монолитного железобетона. Покрытие – сборные железобетонные плиты по железобетонному ригелю.

Камера запроектирован по жесткой конструктивной схеме, исключающей возможность взаимного перемещения элементов днища, стен и плит покрытия.

Толщина днища и наружных несущих монолитных железобетонных стен 400 мм. Класс бетона В15 – стен и днища, балки покрытия – В25.

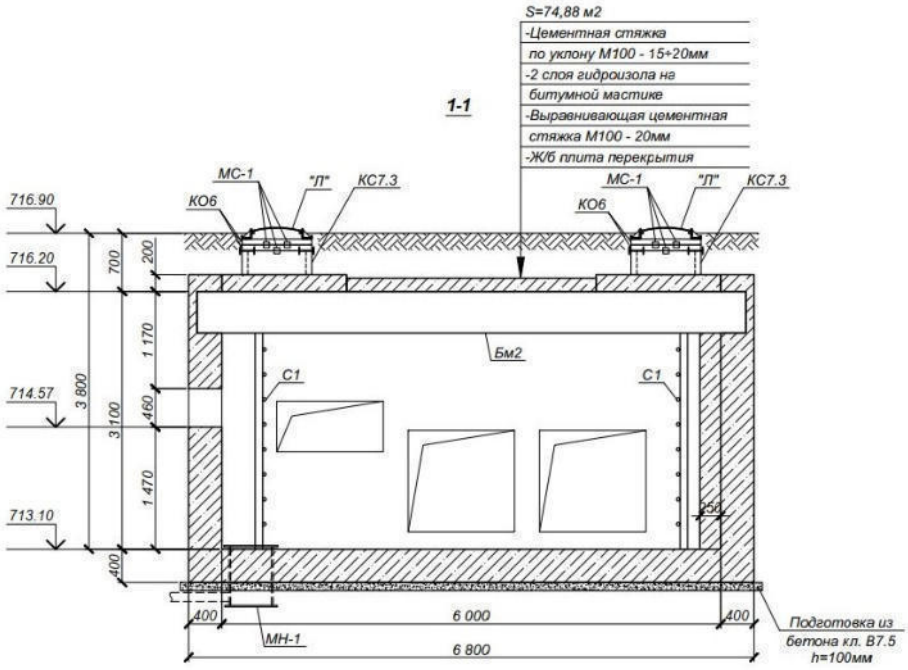
Плиты покрытия приняты сборными железобетонными по серии 3.006.1-2.87.

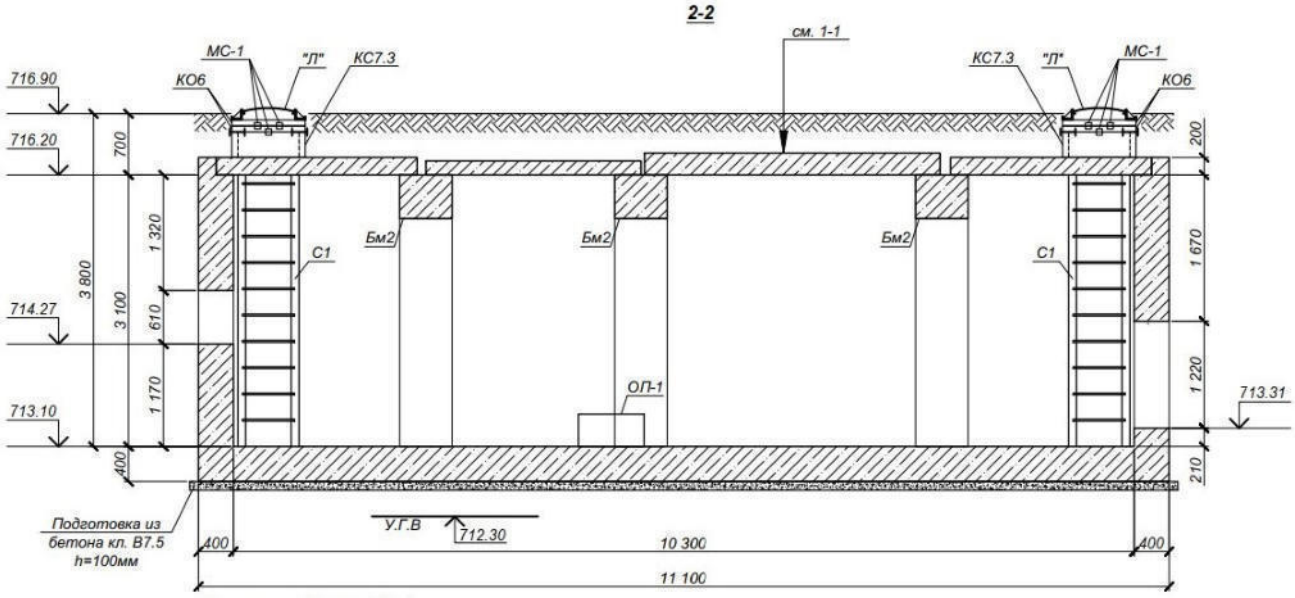




Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
		59

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	4575-3-С11-КЖ.Р	Лист 30





21.2. Расчетная схема

21.2.1. Общая характеристика расчетной схемы

Расчет производился в пространственной постановке с упругими жесткостными характеристиками материалов на действие основных сочетаний нагрузок. Создание расчетной схемы и все расчеты производились с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2019

При создании конечно-элементной модели использовались следующие типы конечных элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ;

Тип 42. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки

Тип 44. Универсальный четырехугольный КЭ оболочки

Работой сборных железобетонных плит покрытия было пренебреженно. Собственный вес плит покрытия и вертикальные нагрузки на плиты, были учтены в виде распределенных нагрузок на оболочечные КЭ нулевой жесткости (тип

жесткости №2), моделирующие передачу нагрузок в узлы схемы, и не участвующие в формировании матрицы жесткости.

Работа основания в расчетной схеме моделировалась в виде упругого основания с коэффициентами постели: C_{1z}=303.532 т/м^3, C_{2z}=651.852 т/м.

21.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения

Объект расчета представлен системой конечных элементов, показанной на нижеследующих рисунках подраздела. Конечно-элементной схеме предшествует 3D-изображение, выполненное в ВИЗОР-САПР.

Опорные узлы представлены цветной палеткой из шести ячеек, где три верхних ячейки соответствуют X, Y, Z, а три нижних - UX, UY, UZ. Присутствие цвета в ячейке обозначает наложенную связь .

Моделирование абсолютно жестких тел (АЖТ) в узлах схемы, помечается оранжевым цветом узла.

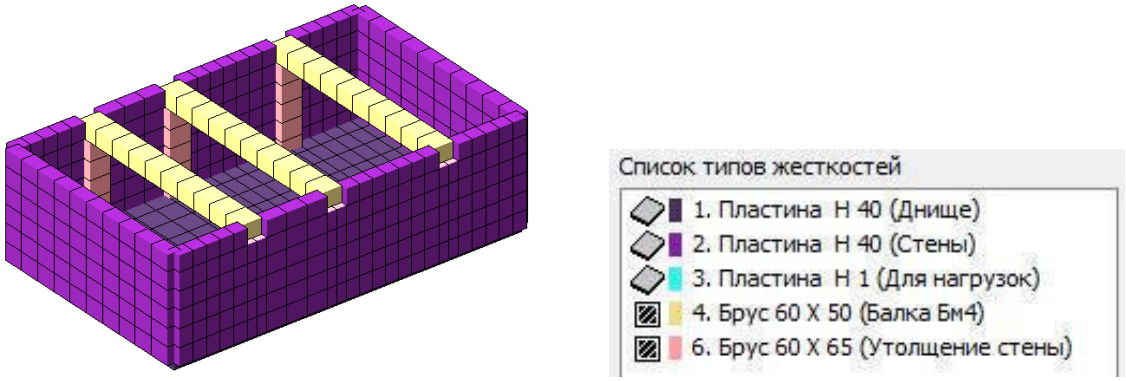


Рис 1. Общий вид 3D расчетной схемы (КЭ плит покрытия не показаны)

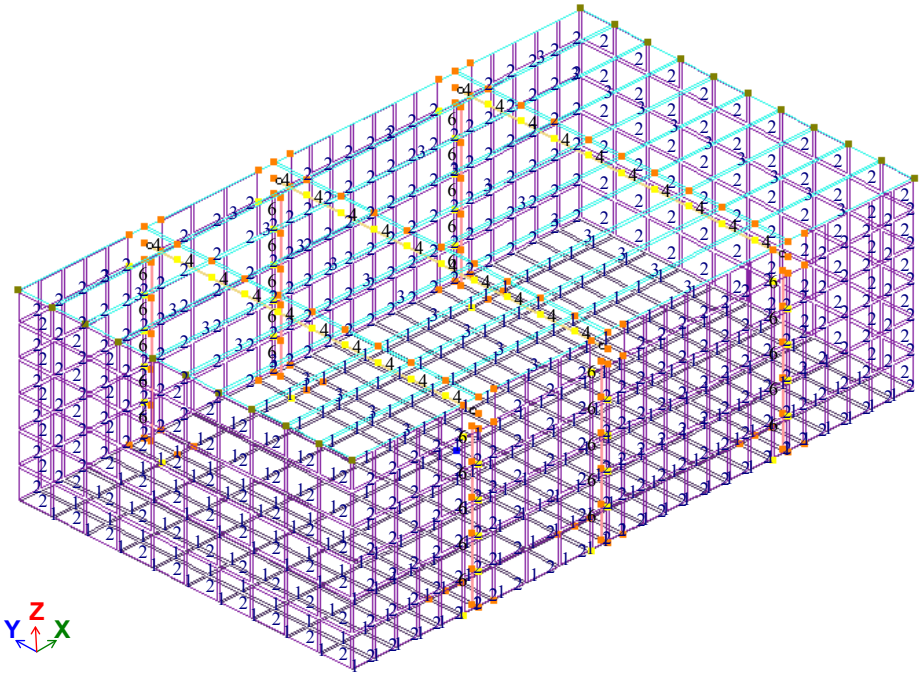


Рис 2. Общий вид расчетной схемы

21.2.3. Сбор нагрузок

№	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Нормативная нагрузка	$K_{нагр}$	$K_{отв}$	Расчетная нагрузка	Прим.[1]
1	2	3	4	5	6	7	8
Постоянные нагрузки							
1	Вес жб конструкций камеры, заданных в расчетную схему, определяется программно в зависимости от принятых сечений элементов, $K_{нагр}$=1.1						1
2	**Нагрузка от веса покрытия**						
	Цементно-песчаная стяжка по уклону	тс/м²	0.045	1.3	0.95	**0.056**	
	2 слоя гидроизола на битумной мастике	тс/м²	0.002	1.2	0.95	**0.003**	
	Цементно-песчаная стяжка по уклону	тс/м²	0.045	1.3	0.95	**0.056**	
	Плита покрытия (серия 3.006.1-2.87)	тс/м²	0.48	1.1	0.95	**0.502**	
	Итого:	тс/м²				**0.617**	1
3	**Нагрузка от веса дорожного покрытия**						
	Дорожное покрытие h=0.3м, γ = 2.4 т/м³	тс/м²	0.72	1.5	0.95	**1.03**	1
	Нагрузка от грунта обратной засыпки						
4	Боковое давление грунта в уровне перекрытия[2]	тс/м²	0.325	1.1	0.95	**0.34**	1
	Боковое давление грунта в уровне днища[2]	тс/м²	2.599	1.1	0.95	**2.717**	1
Временные длительные нагрузки							
5	**Нагрузка от технологических трубопроводов**						
	Технологическая	тс/м²	0.2	1.2	0.95	**0.228**	2
Кратковременные нагрузки							
6	**Нагрузка от подвижных автодорожных нагрузок**						
	Нагрузка от автотранспорта	тс/м²	2.0	1.1	0.95	**2.09**	3
7	Боковое давление грунта в уровне перекрытия[2]	тс/м²	1.366	1.1	0.95	**1.503**	4
	Боковое давление грунта в уровне днища[2]	тс/м²	0.7	1.1	0.95	**0.7315**	4

1. В примечаниях (8) указан номер загружения для программного расчета.
2. Расчет приведен на последующих листах подраздела

Характеристики грунта обратной засыпки:

Удельный вес, тс/м³: Υ'_I=1,8

Угол внутреннего трения: φ'_I=28°

Расстояние от перекрытия камеры до верха земли (м): $H_{\Upsilon 1}$=0,5

Расстояние от оси днища камеры до верха земли (м): $H_{\Upsilon 2}$=4,0

Коэффициент бокового давления грунта:

$$\lambda = tan\left(45^\circ - \frac{\varphi'_I}{2}\right) = tan\left(45^\circ - \frac{28^\circ}{2}\right) = 0.361$$

Боковое давление грунта засыпки от собственного веса, тс/м²:

$$P_{\gamma 1} = \gamma'_I * H_{\gamma 1} * \lambda = 1.8 * 0.5 * 0.361 = 0.325$$

$$P_{\gamma 2} = \gamma'_I * H_{\gamma 2} * \lambda = 1.8 * 4.0 * 0.361 = 2.599$$

Интенсивность горизонтального активного давления грунта от автодорожных нагрузок, тс/м²:

$$P_{B1} = \frac{14}{3.2 + H_{\gamma 1}} * \lambda = \frac{14}{3.2 + 0.5} * 0.361 = 1.366$$

$$P_{B2} = \frac{14}{3.2 + H_{\gamma 1}} * \lambda = \frac{14}{3.2 + 4.0} * 0.361 = 0.7$$

21.2.4. Загружения и расчетные сочетания

Параметры РСУ										
						Коэффициенты сочетаний				
№ загр.	Имя загружения	Вид	Взаимо-искл.	Коэф. надежн.	Доля длит.	РСН1	РСН2	РСН3	РСН4	РСН5
1	Собственный_вес	Постоянная (П)		1.1	1	1	1	1	1	1
2	Технологическая	Длительная (Д)		1.2	1	0	1	0	0	0.95
3	Колесная	Кратковременная (К)	1	1.2	0.35	0	0	1	0	0.9
4	Колесная_боковая	Кратковременная (К)	1	1.2	0.35	0	0	0	1	0.9

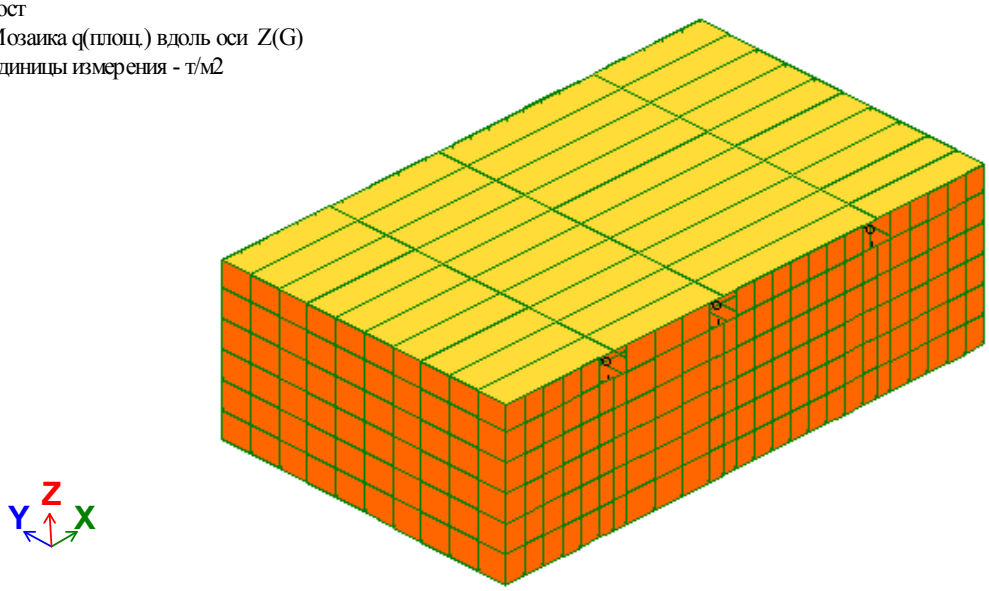
При выборе РСУ рассматриваются:

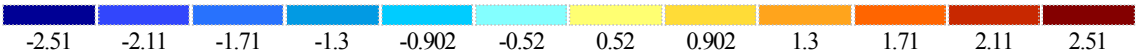
1-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение и одно, наиболее опасное, из временных (длительных или кратковременных) с коэффициентами сочетаний K_1=1.

2-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение с коэффициентом K_2=1, все длительные загружения с коэффициентом K_2=0.95 и все кратковременные с коэффициентом K_2=0.9.

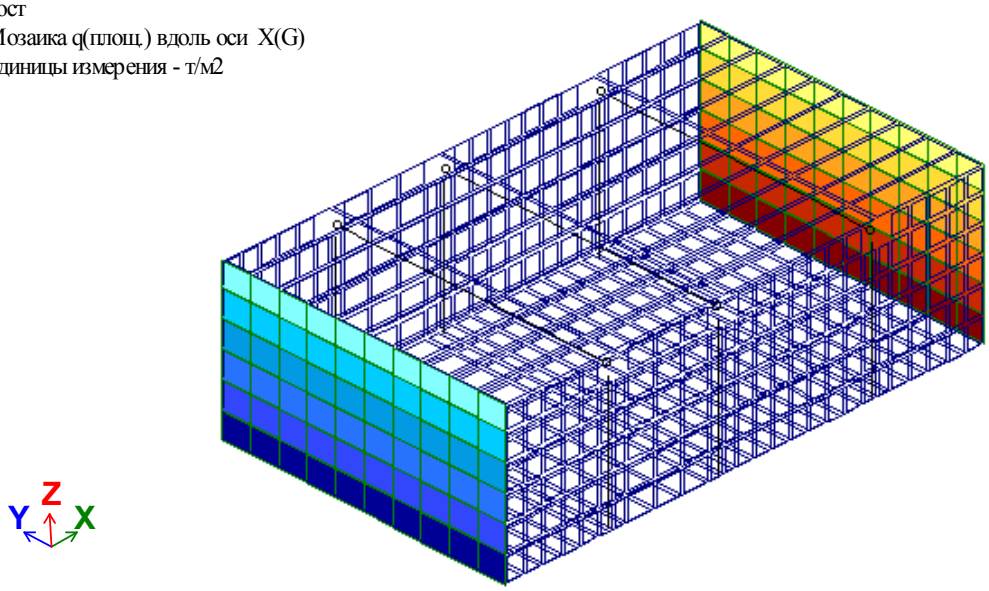
21.2.5. Цветовые мозаики заданных нагрузок

пост
Мозаика q(площ.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м2

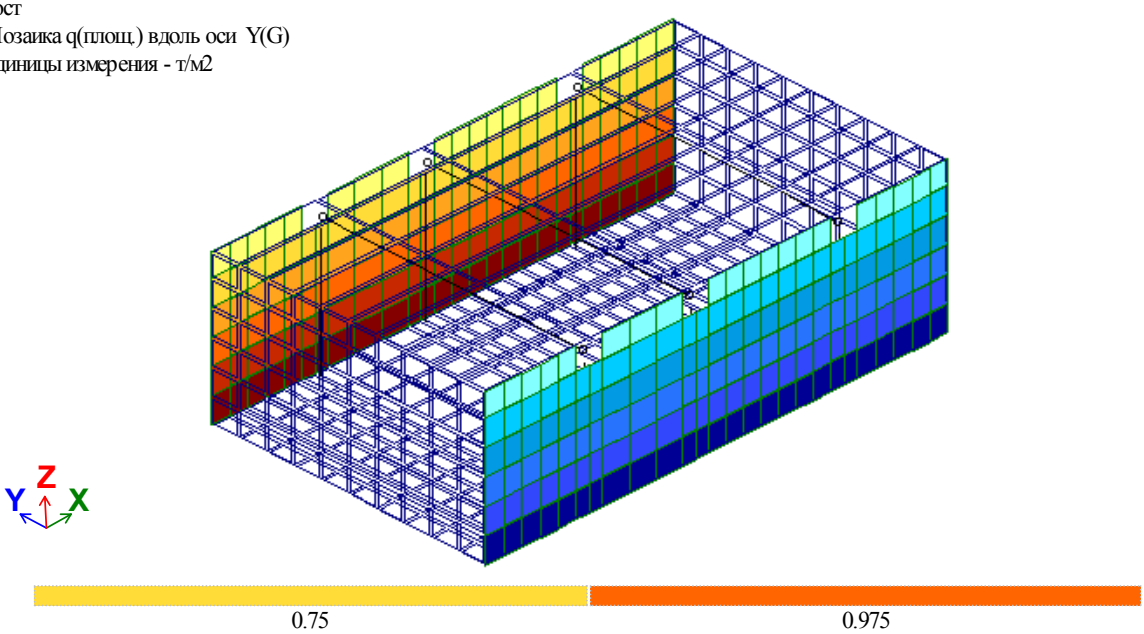




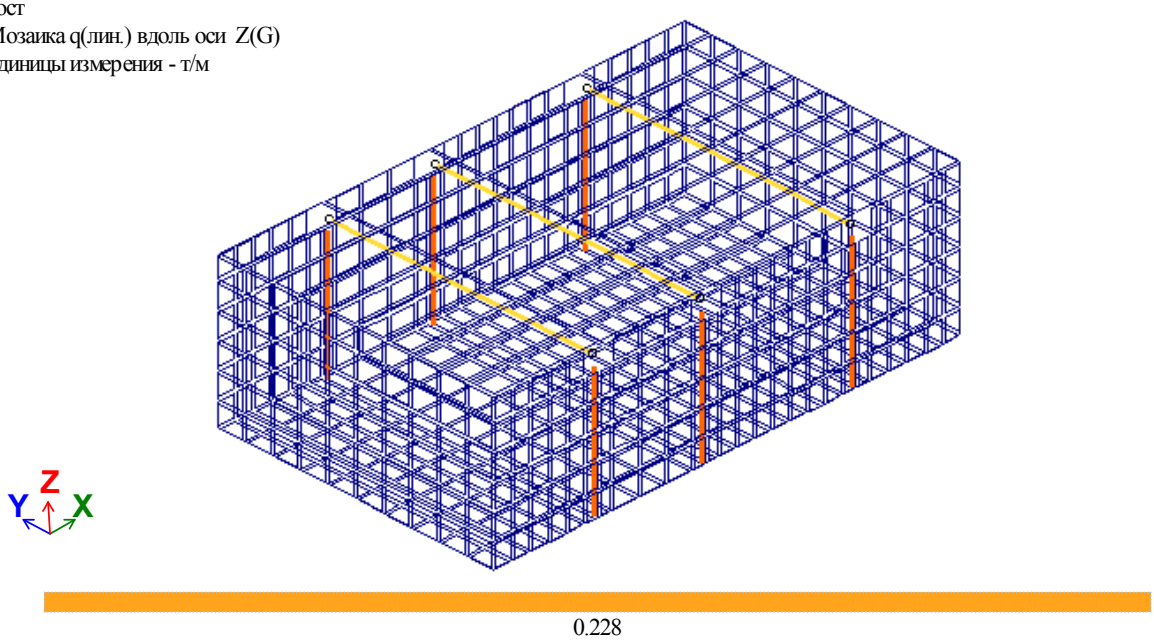
пост
Мозаика q(площ.) вдоль оси X(G)
Единицы измерения - т/м2



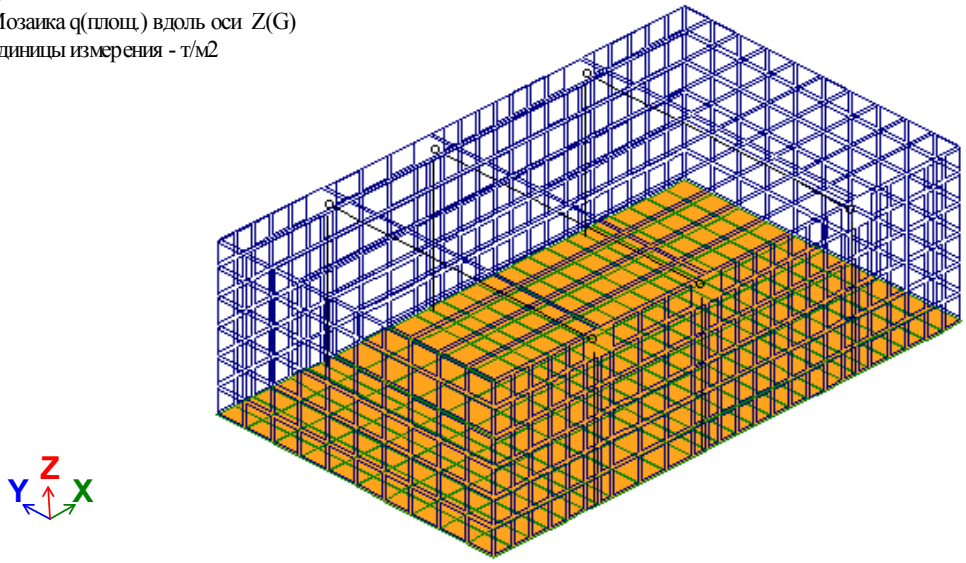
пост
Мозаика q(площ.) вдоль оси Y(G)
Единицы измерения - т/м2



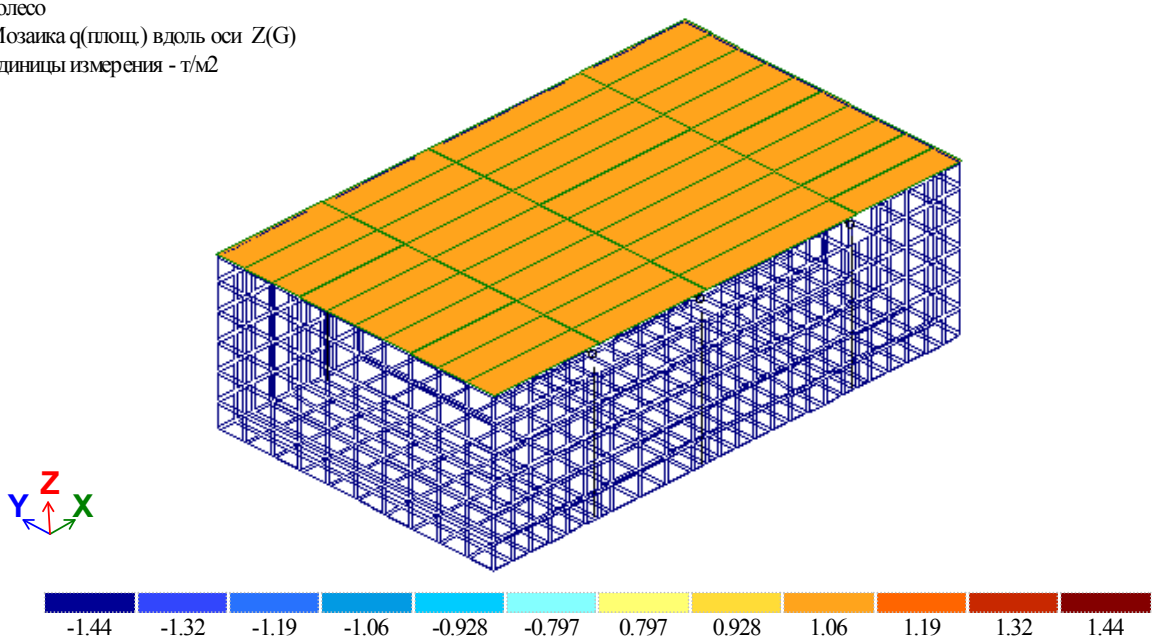
пост
Мозаика q(лин.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м



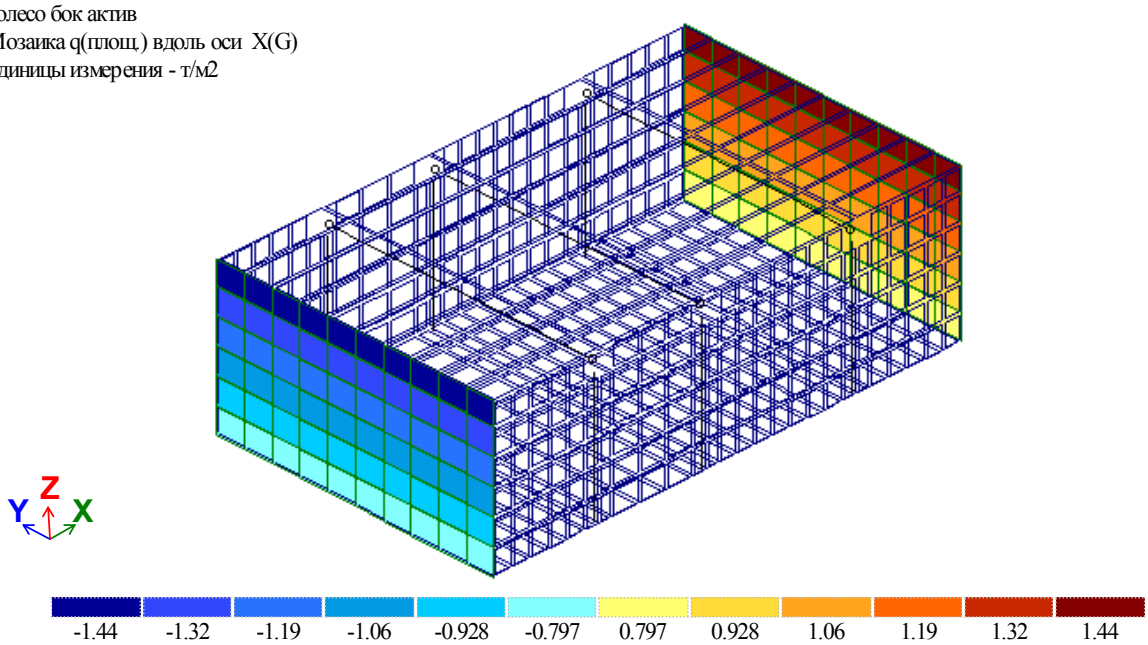
техн
Мозаика q(площ.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м2



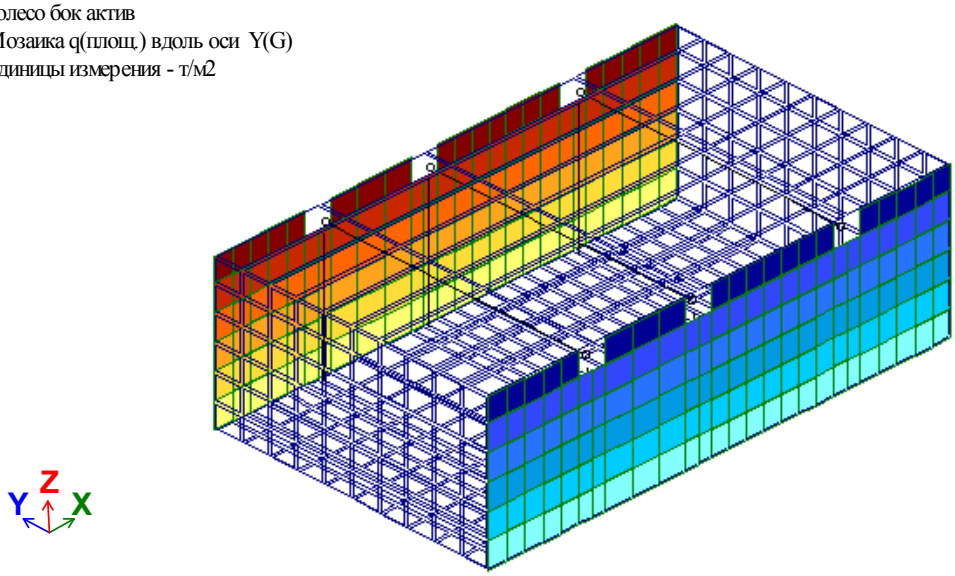
колесо
Мозаика q(площ.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м2



колесо бок актив
Мозаика q(площ.) вдоль оси X(G)
Единицы измерения - т/м2



колесо бок актив
Мозаика q(площ.) вдоль оси Y(G)
Единицы измерения - т/м2



21.3. Результаты расчета

21.3.1. Протокол расчета

GenuineIntel Intel(R) Core(TM) i5-3340 CPU @ 3.10GHz 4 cores 4 threads 4(1048576) L2 cache
Microsoft Windows 7 Professional RUS Service Pack 1 (SP v.1.0) 64-bit. Build 7601
Размер доступной физической памяти = 10885918208
14:16 Чтение исходных данных из файла D:\LiraData_2020\4575-3-c11_ym3a.txt
14:16 Контроль исходных данных основной схемы
Количество узлов = 843 (из них количество неудаленных = 825)
Количество элементов = 870 (из них количество неудаленных = 780)
ОСНОВНАЯ СХЕМА
14:16 Оптимизация порядка неизвестных
Количество неизвестных = 3574
РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ
14:16 Формирование матрицы жесткости
14:16 Формирование векторов нагрузок
14:16 Разложение матрицы жесткости
14:16 Вычисление неизвестных
14:16 Контроль решения
Формирование результатов
14:16 Формирование топологии
14:16 Формирование перемещений
14:16 Вычисление и формирование усилий в элементах
14:16 Вычисление и формирование реакций в элементах
14:16 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях
14:16 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях
Суммарные узловые нагрузки на основную схему:
Загружение 1 PX=-3.35842e-015 PY=-1.08802e-014 PZ=212.032 PUX=5.14172e-015 PUY=-1.77375e-015 PUZ=0 PW=0
Загружение 2 PX=0 PY=0 PZ=15.6134 PUX=1.10025e-015 PUY=-3.87494e-016 PUZ=0 PW=0
Загружение 3 PX=0 PY=0 PZ=143.123 PUX=7.66054e-015 PUY=-2.88658e-015 PUZ=0 PW=0
Загружение 4 PX=7.93809e-015 PY=1.4877e-014 PZ=0 PUX=5.0307e-017 PUY=3.46945e-018 PUZ=0 PW=0
Расчет успешно завершен
Затраченное время = 0 мин

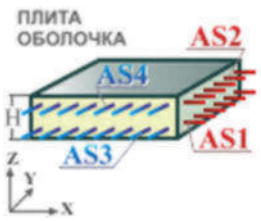
21.4. Мозаики армирования днища и стен

Краткое описание модулей армирования пластин

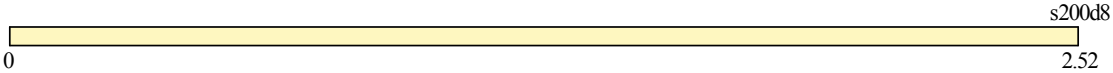
В предаставленных ниже мозаиках армирования местная ось X расположена горизонтально

Результаты подбора продольной арматуры:

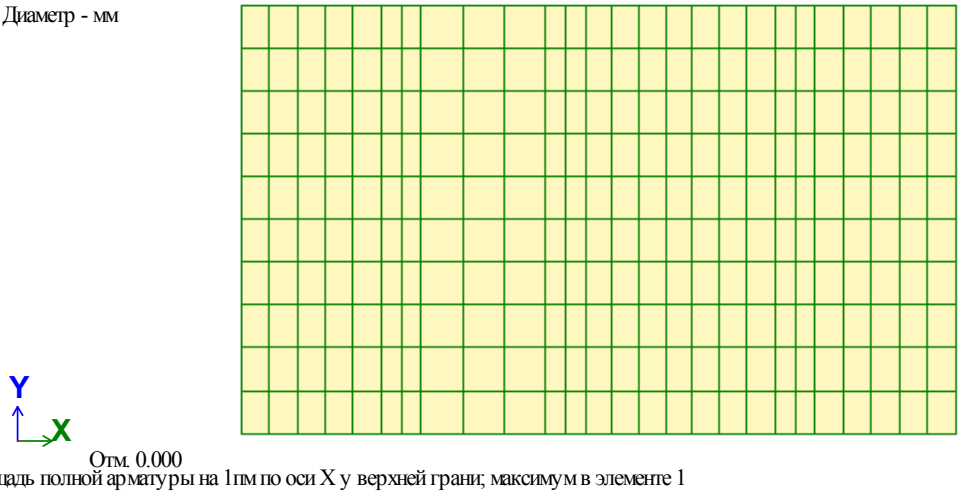
- AS1 - площадь нижней арматуры по направлению X (см2/м);
- AS2 - площадь верхней арматуры по направлению X (см2/м);
- AS3 - площадь нижней арматуры по направлению Y (см2/м);
- AS4 - площадь верхней арматуры по направлению Y (см2/м);



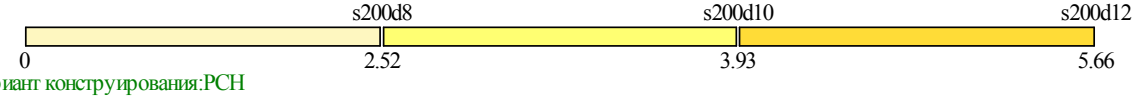
21.4.1. Армирование днища



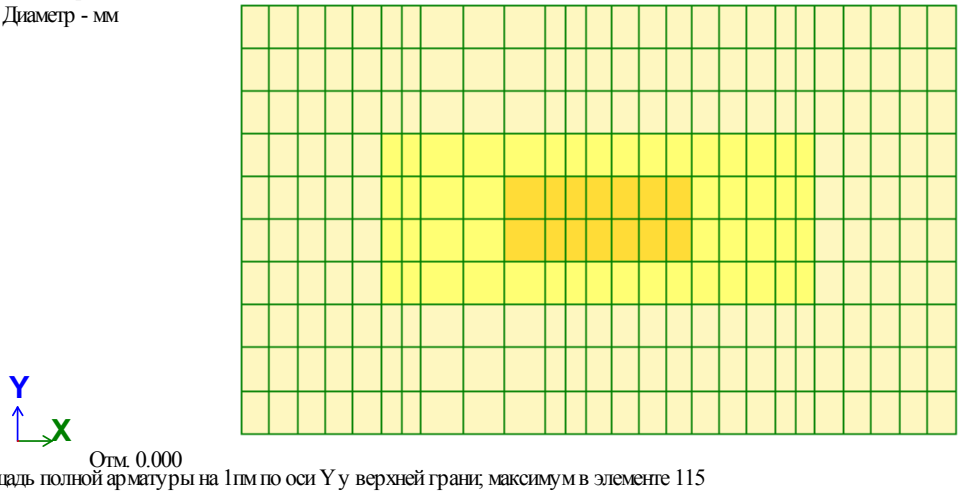
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



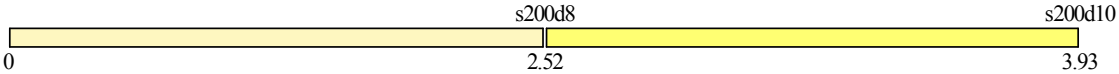
Отм. 0.000
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 1



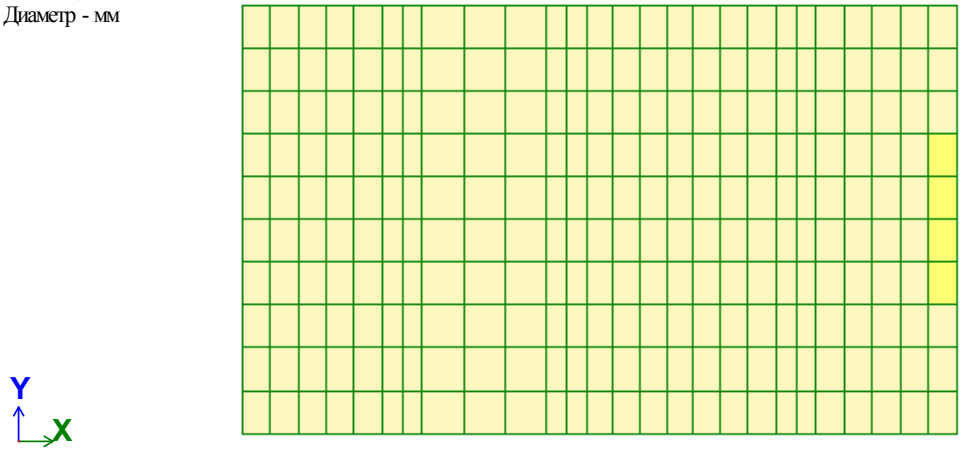
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



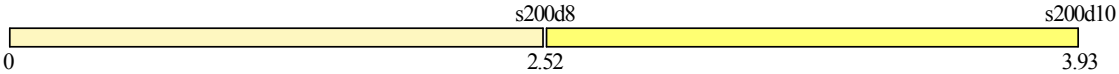
Отм. 0.000
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 115



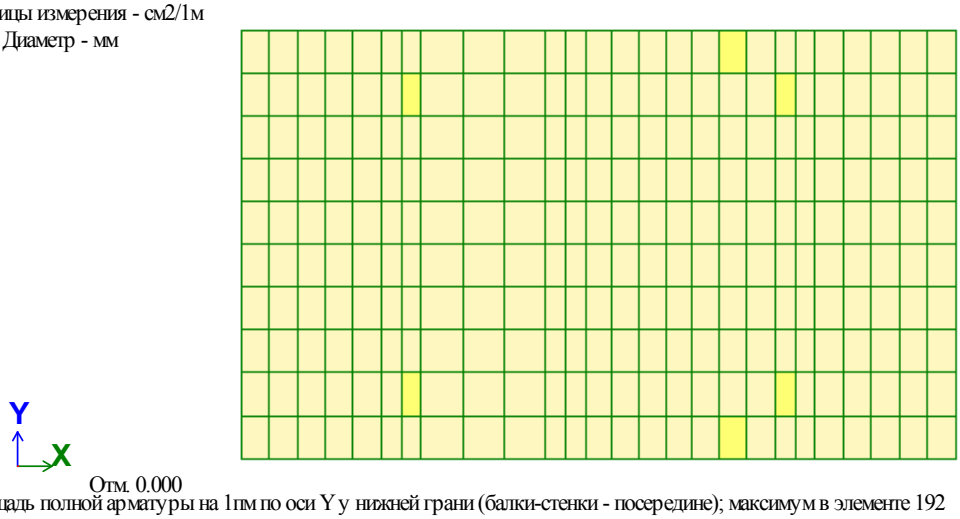
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Отм. 0.000
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 254

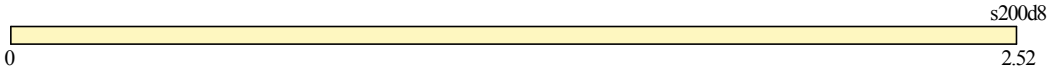


Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм

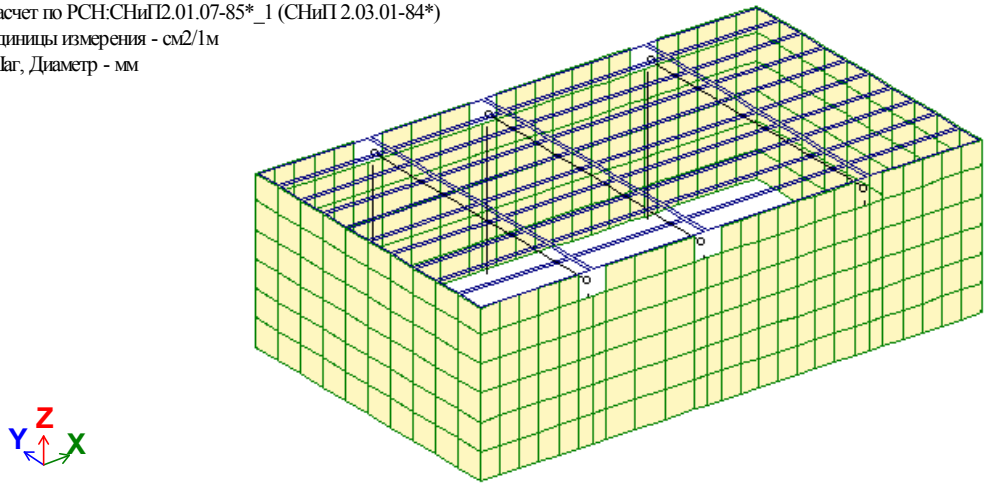


Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 192

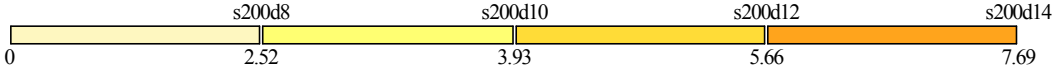
21.4.2. Армирование стен



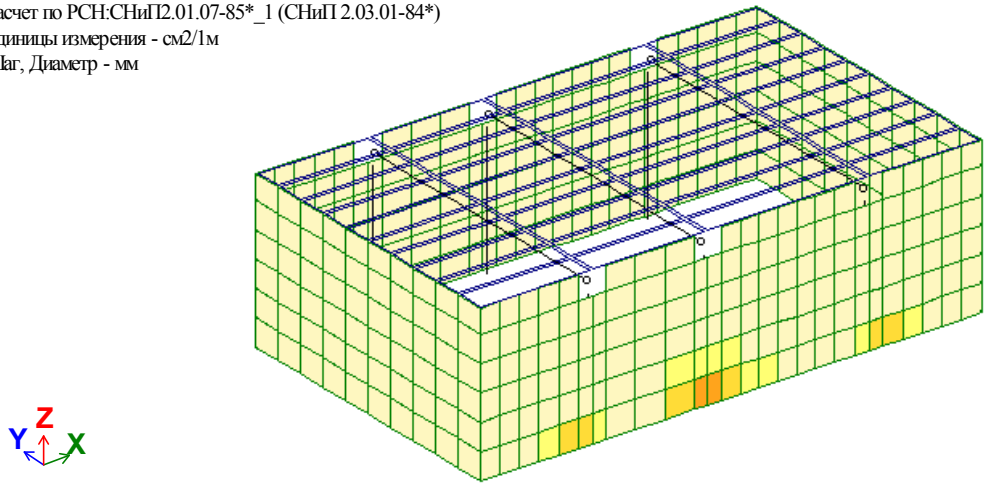
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 387



Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 321

s200d8

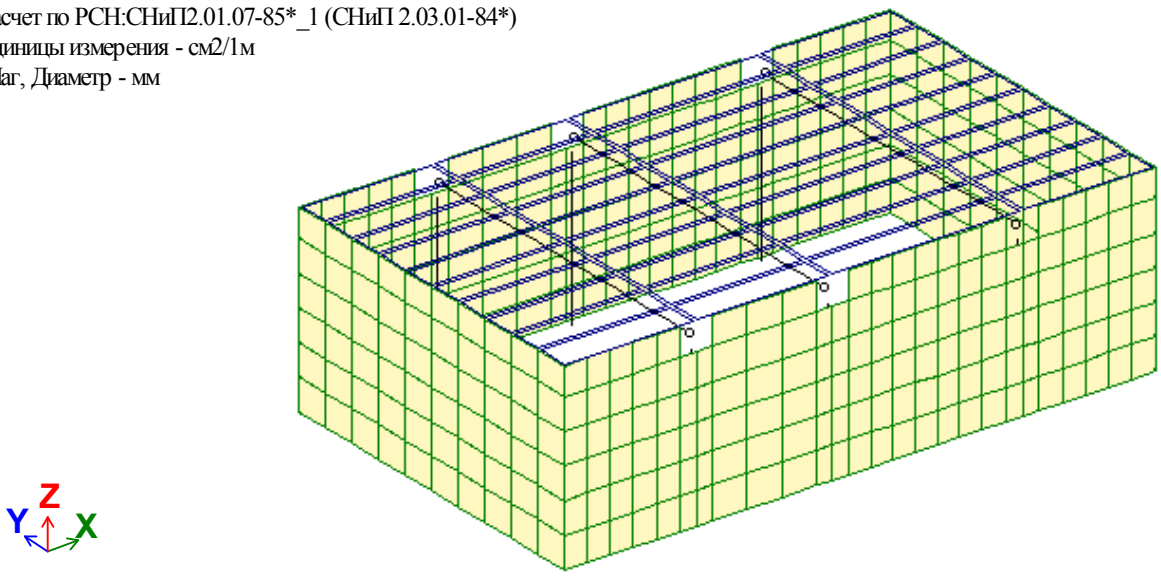
0 2.52

Вариант конструирования:РСН

Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)

Единицы измерения - см2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 543

s200d8 s200d10 s200d12 s200d14

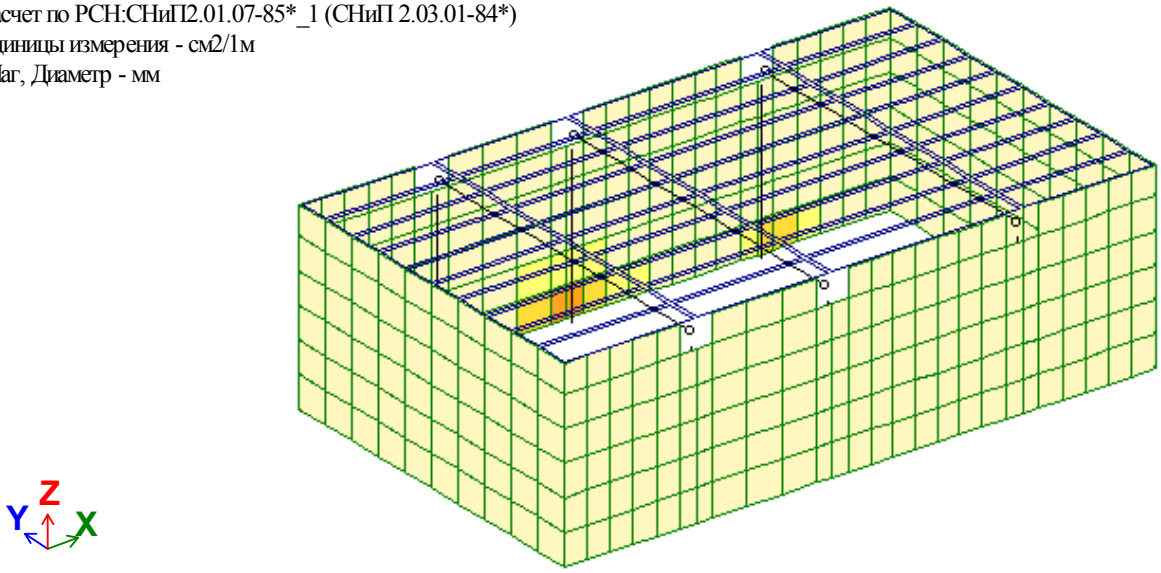
0 2.52 3.93 5.66 7.69

Вариант конструирования:РСН

Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)

Единицы измерения - см2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 477

22. Расчет камеры УТ6 (УТ10, УТ15а, УТ15, УТ19, УТ21, УТ23, УТ1а, УТ1б, УТ8а)

22.1. Конструктивная схема объекта

Объект расчета 4575-3-С11-КЖ.Р – это подземное сооружение h=4,2м, квадратной формы в плане, с габаритными размерами 5.3х5.3м. Высота камеры от верха днища до низа плит покрытия составляет 3,6м.

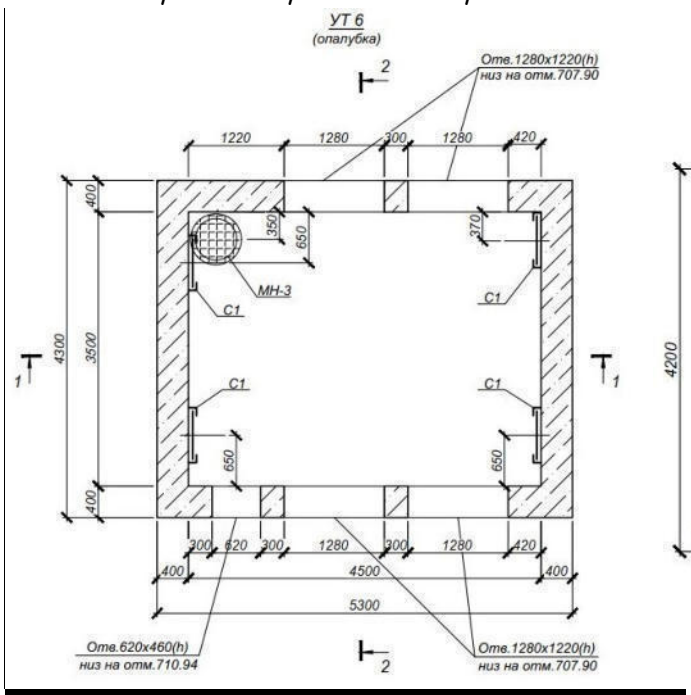
Стены камеры из монолитного железобетона. Покрытие – сборные железобетонные плиты по железобетонному ригелю.

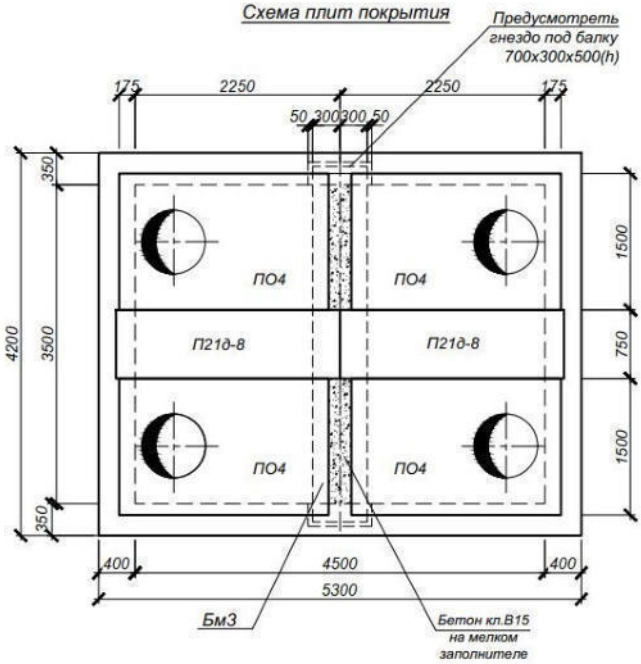
Камера запроектирован по жесткой конструктивной схеме, исключающей возможность взаимного перемещения элементов днища, стен и плит покрытия.

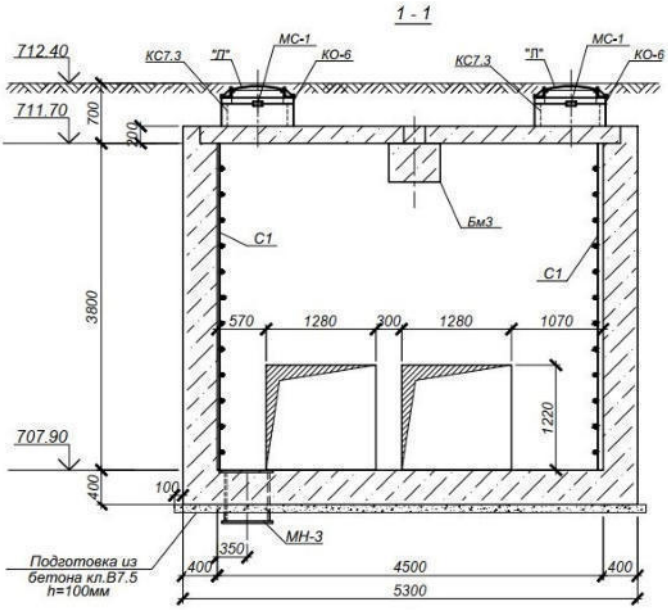
Толщина днища и наружных несущих монолитных железобетонных стен 400 мм.

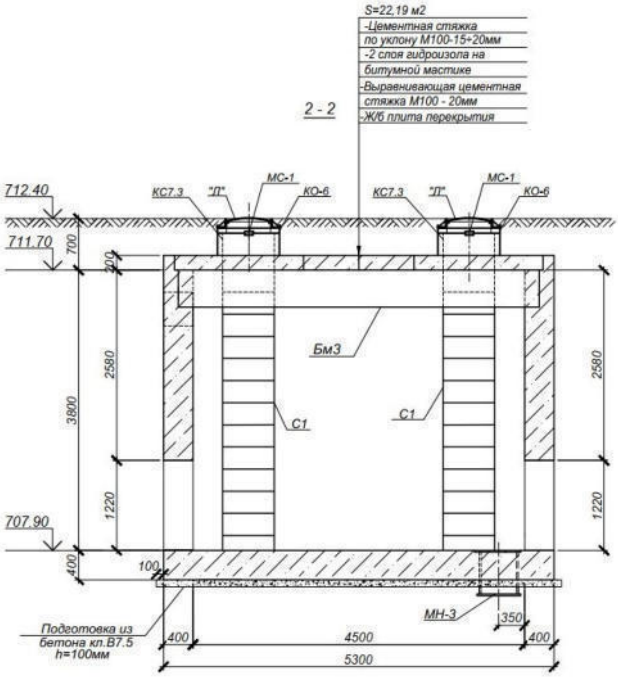
Класс бетона В15 – стен и днища, балки покрытия – В25.

Плиты покрытия приняты сборными железобетонными по серии 3.006.1-2.87.









22.2. Расчетная схема

22.2.1. Общая характеристика расчетной схемы

Расчет производился в пространственной постановке с упругими жесткостными характеристиками материалов на действие основных сочетаний нагрузок. Создание расчетной схемы и все расчеты производились с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2020.

При создании конечно-элементной модели использовались следующие типы конечных элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ;

Тип 42. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки

Тип 44. Универсальный четырехугольный КЭ оболочки

Работой сборных железобетонных плит покрытия было пренебреженно. Собственный вес плит покрытия и вертикальные нагрузки на плиты, были учтены в виде распределенных нагрузок на оболочечные КЭ нулевой жесткости (тип жесткости №2), моделирующие передачу нагрузок в узлы схемы, и не участвующие в формировании матрицы жесткости.

Работа основания в расчетной схеме моделировалась в виде упругого основания с коэффициентами постели: C_{1z}=914.634 т/м^3, C_{2z}=553.846 т/м.

22.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения

Объект расчета представлен системой конечных элементов, показанной на нижеследующих рисунках подраздела. Конечно-элементной схеме предшествует 3D-изображение, выполненное в ВИЗОР-САПР.

Опорные узлы представлены цветной палеткой из шести ячеек, где три верхних ячейки соответствуют X, Y, Z, а три нижних - UX, UY, UZ. Присутствие цвета в ячейке обозначает наложенную связь .

Моделирование абсолютно жестких тел (АЖТ) в узлах схемы, помечается оранжевым цветом узла.

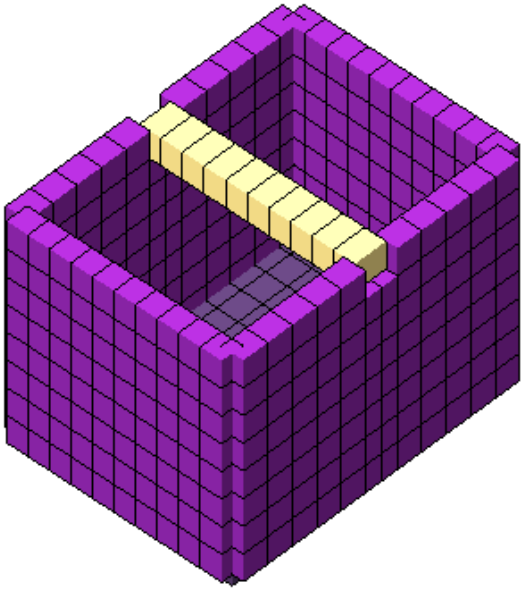


Рис 1. Общий вид 3D расчетной схемы (КЭ плит покрытия не показаны)

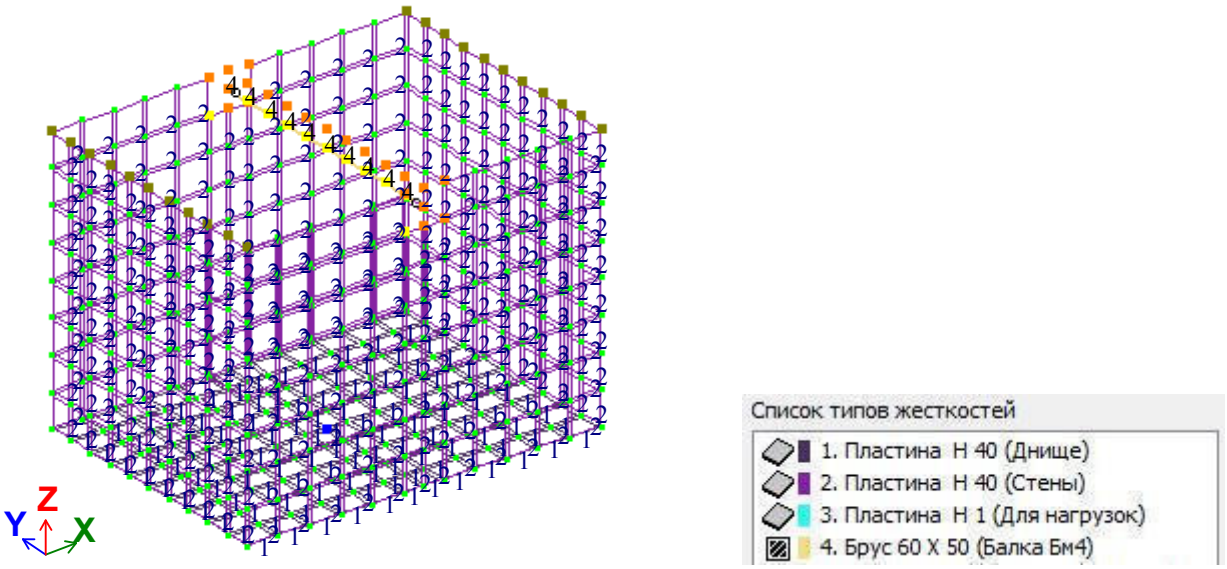


Рис 2. Общий вид расчетной схемы

22.2.3. Сбор нагрузок

№	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Нормативная нагрузка	$K_{нагр}$	$K_{отв}$	Расчетная нагрузка	Прим.[1]
1	2	3	4	5	6	7	8
Постоянные нагрузки							
1	Вес жб конструкций камеры, заданных в расчетную схему, определяется программно в зависимости от принятых сечений элементов, $K_{нагр}$=1.1						1
2	**Нагрузка от веса покрытия**						
	Цементно-песчаная стяжка по уклону	тс/м²	0.045	1.3	0.95	**0.056**	
	2 слоя гидроизола на битумной мастике	тс/м²	0.002	1.2	0.95	**0.003**	
	Цементно-песчаная стяжка по уклону	тс/м²	0.045	1.3	0.95	**0.056**	
	Плита покрытия (серия 3.006.1-2.87)	тс/м²	0.48	1.1	0.95	**0.502**	
	Итого:	тс/м²				**0.617**	1
3	**Нагрузка от веса дорожного покрытия**						
	Дорожное покрытие h=0.3м, γ = 2.4 т/м³	тс/м²	0.72	1.5	0.95	**1.03**	1
	Нагрузка от грунта обратной засыпки						
4	Боковое давление грунта в уровне перекрытия[2]	тс/м²	0.325	1.1	0.95	**0.34**	1
	Боковое давление грунта в уровне днища[2]	тс/м²	3.054	1.1	0.95	**3.19**	1
Временные длительные нагрузки							
5	**Нагрузка от технологических трубопроводов**						
	Технологическая	тс/м²	0.2	1.2	0.95	**0.228**	2
Кратковременные нагрузки							
6	**Нагрузка от подвижных автодорожных нагрузок**						
	Нагрузка от автотранспорта	тс/м²	2.0	1.1	0.95	**2.09**	3
7	Боковое давление грунта в уровне перекрытия[2]	тс/м²	1.366	1.1	0.95	**1.503**	4
	Боковое давление грунта в уровне днища[2]	тс/м²	0.64	1.1	0.95	**0.6688**	4

1. В примечаниях (8) указан номер загружения для программного расчета.
2. Расчет приведен на последующих листах подраздела

Характеристики грунта обратной засыпки:

Удельный вес, тс/м³: $\gamma'_1=1,8$

Угол внутреннего трения: $\varphi'_1=28^\circ$

Расстояние от перекрытия камеры до верха земли (м): $H_{\gamma 1}=0,5$

Расстояние от оси днища камеры до верха земли (м): $H_{\gamma 2}=4,7$

Коэффициент бокового давления грунта:

$$\lambda = tan\left(45^\circ - \frac{\varphi'_I}{2}\right) = tan\left(45^\circ - \frac{28^\circ}{2}\right) = 0.361$$

Боковое давление грунта засыпки от собственного веса, тс/м²:

$$P_{\gamma 1} = \gamma'_I * H_{\gamma 1} * \lambda = 1.8 * 0.5 * 0.361 = 0.325$$

$$P_{\gamma 2} = \gamma'_I * H_{\gamma 2} * \lambda = 1.8 * 4.7 * 0.361 = 3.054$$

Интенсивность горизонтального активного давления грунта от автодорожных нагрузок, тс/м²:

$$P_{\text{B1}} = \frac{14}{3.2 + H_{\gamma 1}} * \lambda = \frac{14}{3.2 + 0.5} * 0.361 = 1.366$$

$$P_{\text{B2}} = \frac{14}{3.2 + H_{\gamma 1}} * \lambda = \frac{14}{3.2 + 4.7} * 0.361 = 0.64$$

22.2.4. Загружения и расчетные сочетания

Параметры РСУ										
						Коэффициенты сочетаний				
№ загр.	Имя загружения	Вид	Взаимо-искл.	Коэф. надежн.	Доля длит.	РСН1	РСН2	РСН3	РСН4	РСН5
1	Собственный_вес	Постоянная (П)		1.1	1	1	1	1	1	1
2	Технологическая	Длительная (Д)		1.2	1	0	1	0	0	0.95
3	Колесная	Кратковременная (К)	1	1.2	0.35	0	0	1	0	0.9
4	Колесная_боковая	Кратковременная (К)	1	1.2	0.35	0	0	0	1	0.9

При выборе РСУ рассматриваются:

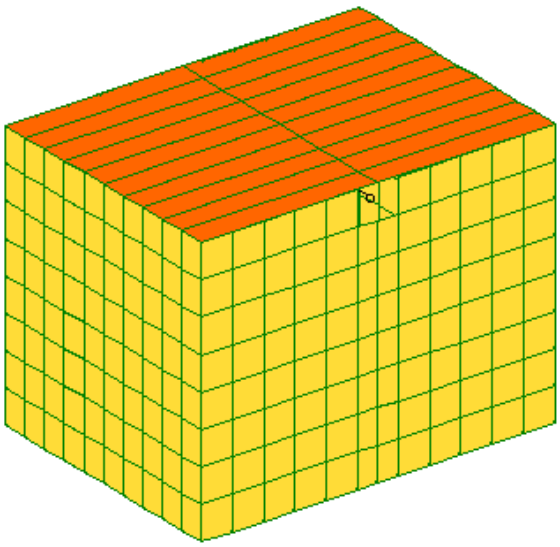
1-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение и одно, наиболее опасное, из временных (длительных или кратковременных) с коэффициентами сочетаний K_1=1.

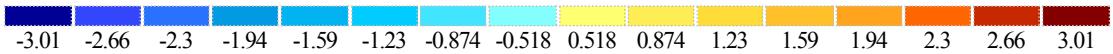
2-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение с коэффициентом K_2=1, все длительные загружения с коэффициентом K_2=0.95 и все кратковременные с коэффициентом K_2=0.9.

22.2.5. Цветовые мозаики заданных нагрузок

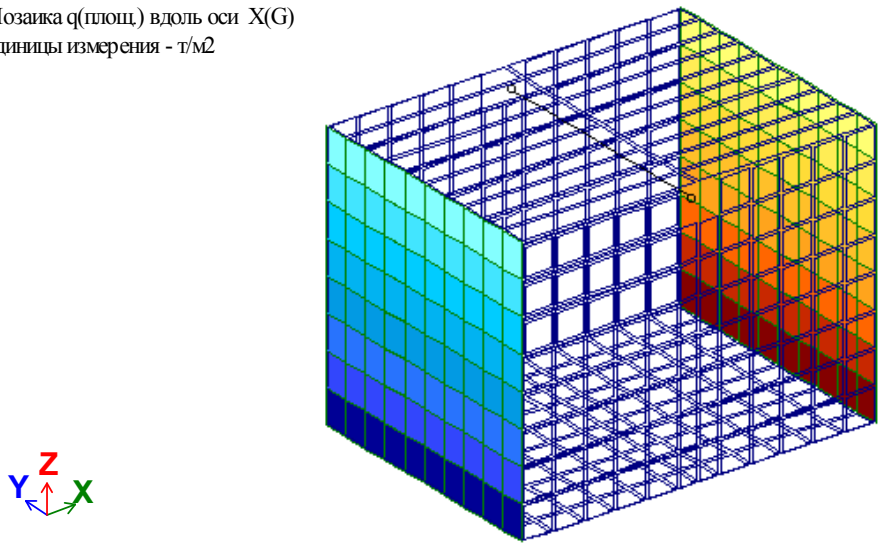
1 1.67

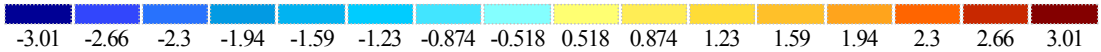
пост
Мозаика q(площ.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м2



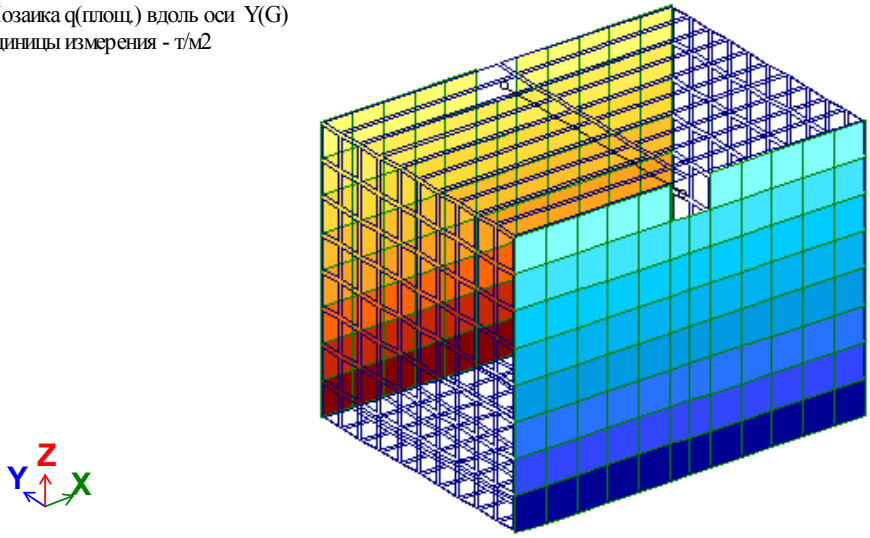


пост
Мозаика q(площ.) вдоль оси X(G)
Единицы измерения - т/м2

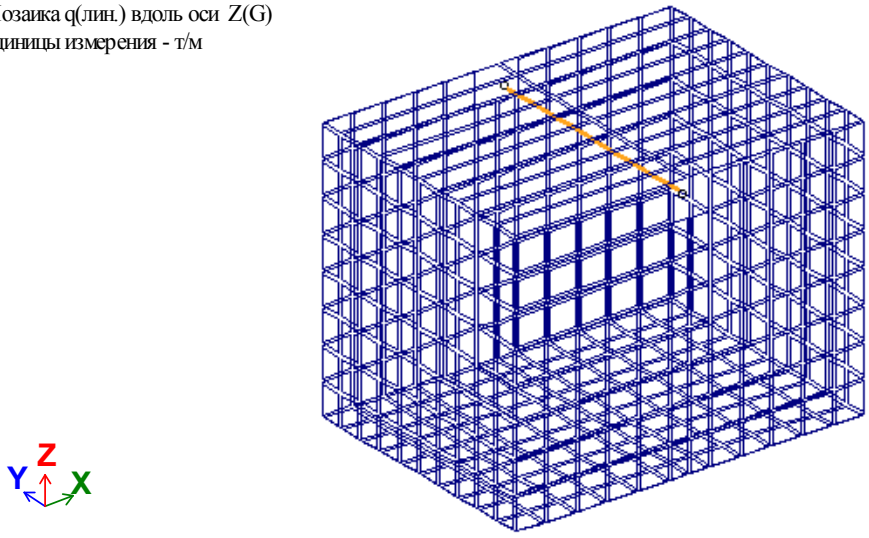




пост
Мозаика q(площ.) вдоль оси Y(G)
Единицы измерения - т/м2

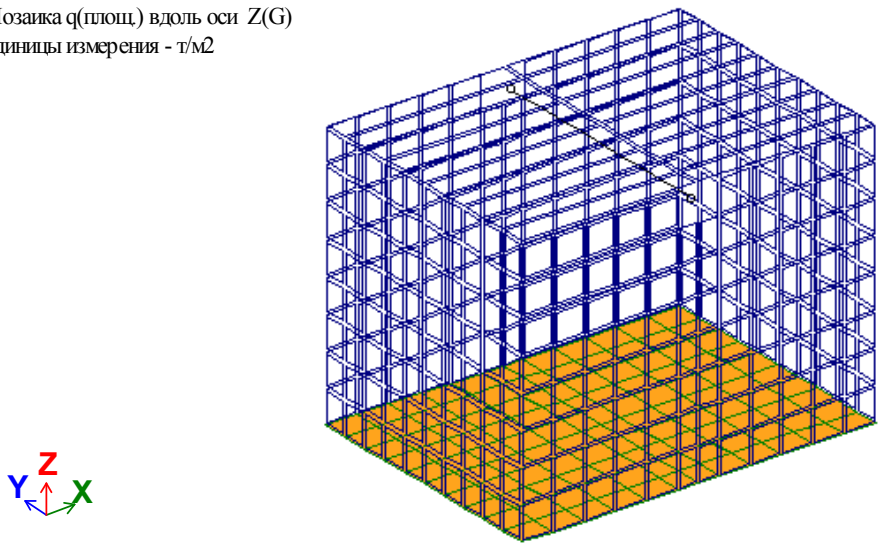


пост
Мозаика q(лин.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м



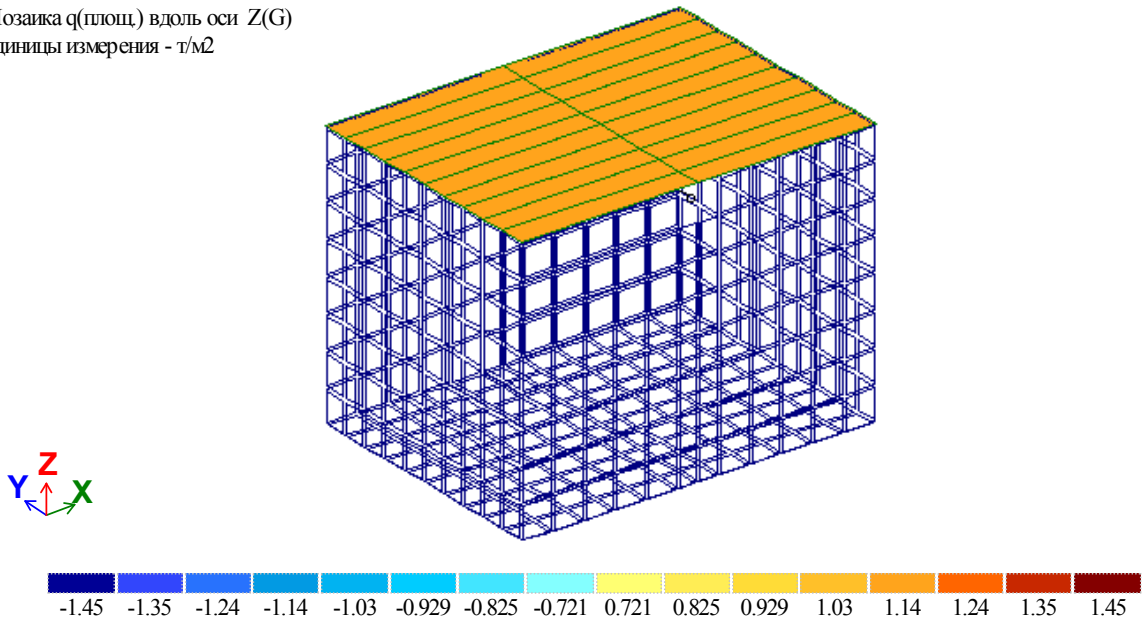
0.228

техн
Мозаика q(площ.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м2

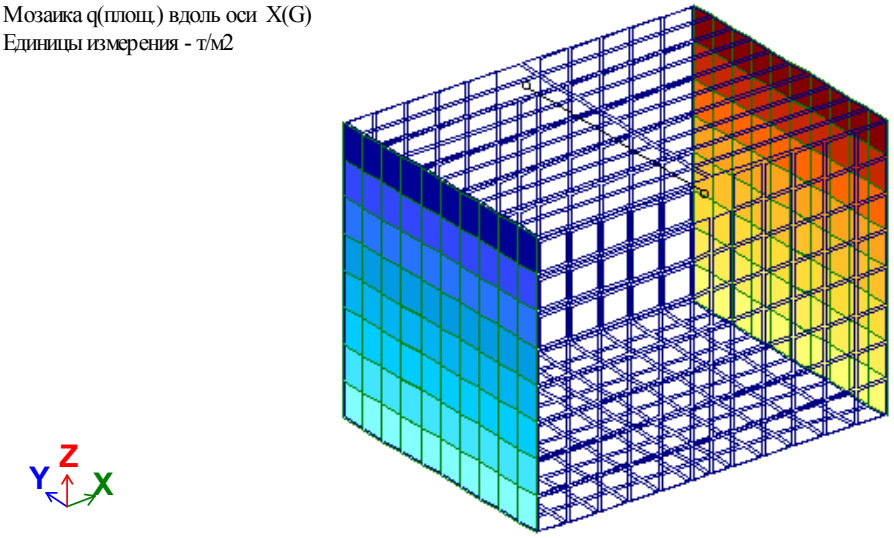


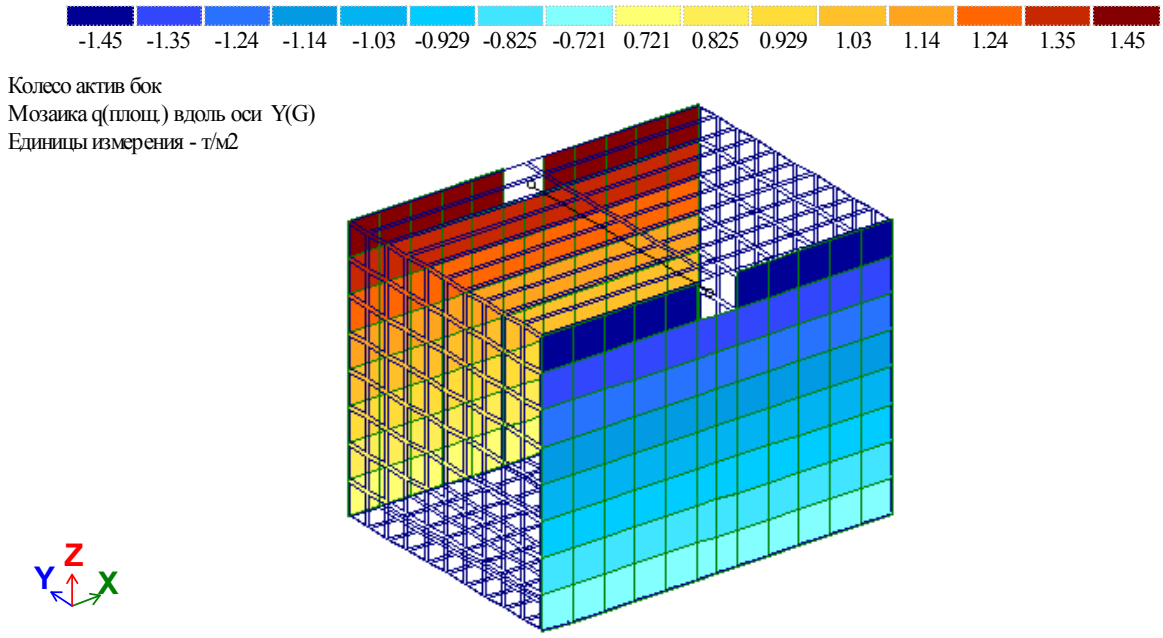
2.09

колесо
Мозаика q(площ.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м2



Колесо актив бок
Мозаика q(площ.) вдоль оси X(G)
Единицы измерения - т/м2





22.3. Результаты расчета

22.3.1. Протокол расчета

GenuineIntel Intel(R) Core(TM) i5-3340 CPU @ 3.10GHz 4 cores 4 threads 4(1048576) L2 cache
Microsoft Windows 7 Professional RUS Service Pack 1 (SP v.1.0) 64-bit. Build 7601
Размер доступной физической памяти = 10806717952
15:21 Чтение исходных данных из файла D:\LiraData_2020\4575-3-c11_ym6.txt
15:21 Контроль исходных данных основной схемы
Количество узлов = 537 (из них количество неудаленных = 537)
Количество элементов = 498 (из них количество неудаленных = 498)
ОСНОВНАЯ СХЕМА
15:21 Оптимизация порядка неизвестных
Количество неизвестных = 2599
РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ
15:21 Формирование матрицы жесткости
15:21 Формирование векторов нагрузок
15:21 Разложение матрицы жесткости
15:21 Вычисление неизвестных
15:21 Контроль решения
Формирование результатов
15:21 Формирование топологии
15:21 Формирование перемещений
15:21 Вычисление и формирование усилий в элементах
15:21 Вычисление и формирование реакций в элементах
15:21 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях
15:21 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях
Суммарные узловые нагрузки на основную схему:
Загружение 1 PX=2.9976e-015 PY=5.55112e-016 PZ=131.155 PUX=8.13585e-016 PUY=-8.88395e-016 PUZ=0 PW=0
Загружение 2 PX=0 PY=0 PZ=4.71276 PUX=7.37257e-017 PUY=-5.76253e-017 PUZ=0 PW=0
Загружение 3 PX=0 PY=0 PZ=43.2003 PUX=5.41234e-016 PUY=-8.32667e-016 PUZ=0 PW=0
Загружение 4 PX=2.77556e-015 PY=1.38778e-015 PZ=0 PUX=-9.97466e-018 PUY=8.23994e-018 PUZ=0 PW=0
Расчет успешно завершен
Затраченное время = 0 мин

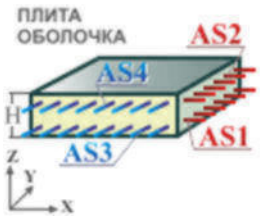
22.4. Мозаики армирования днища и стен

Краткое описание модулей армирования пластин

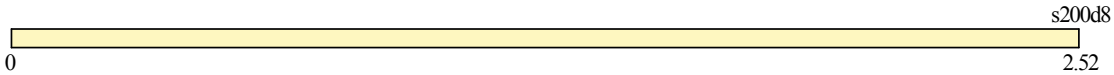
В предаставленных ниже мозаиках армирования местная ось X расположена горизонтально

Результаты поддбора продольной арматуры:

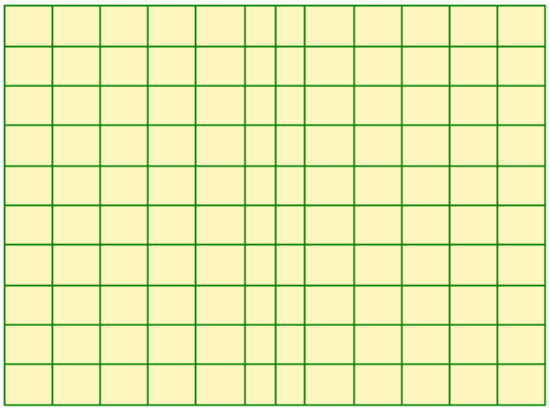
- AS1 – площадь нижней арматуры по направлению X (см2/м);
- AS2 – площадь верхней арматуры по направлению X (см2/м);
- AS3 – площадь нижней арматуры по направлению Y (см2/м);
- AS4 – площадь верхней арматуры по направлению Y (см2/м);



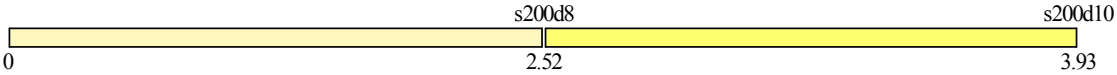
22.4.1. Армирование днища



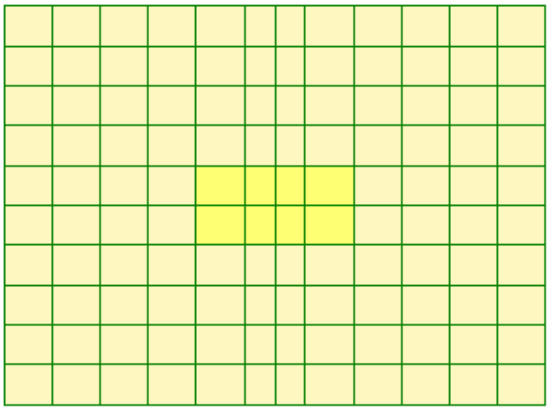
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Отм. 0.000
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 1



Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Отм. 0.000
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 55

s200d8

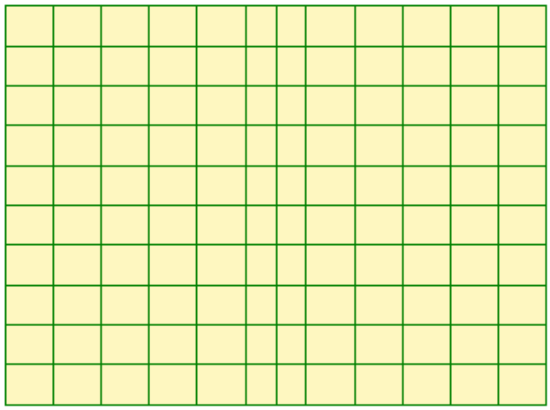
0 2.52

Вариант конструирования:РСН

Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)

Единицы измерения - см2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Отм. 0.000

Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 1

s200d8

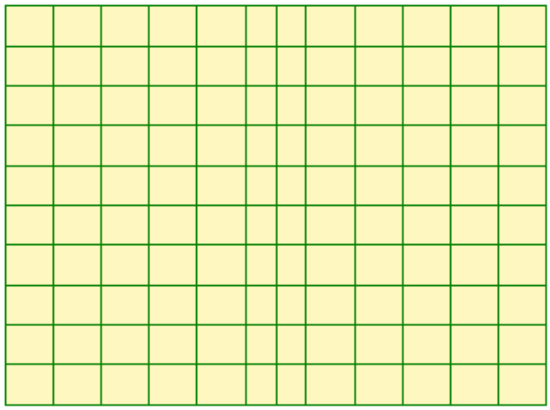
0 2.52

Вариант конструирования:РСН

Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)

Единицы измерения - см2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Отм. 0.000

Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 1

22.4.2. Армирование стен

s200d8

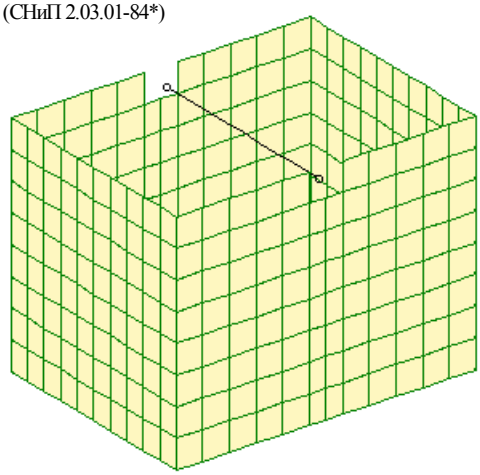
0 2.52

Вариант конструирования:РСН

Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)

Единицы измерения - см2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 121

s200d8

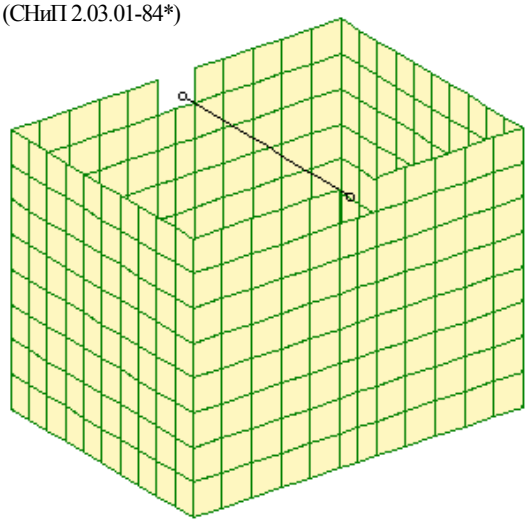
0 2.52

Вариант конструирования:РСН

Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)

Единицы измерения - см2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 121

s200d8

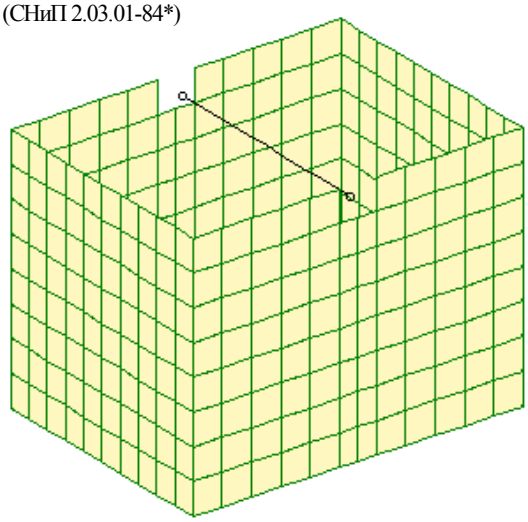
0 2.52

Вариант конструирования:РСН

Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)

Единицы измерения - см2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 121

s200d8

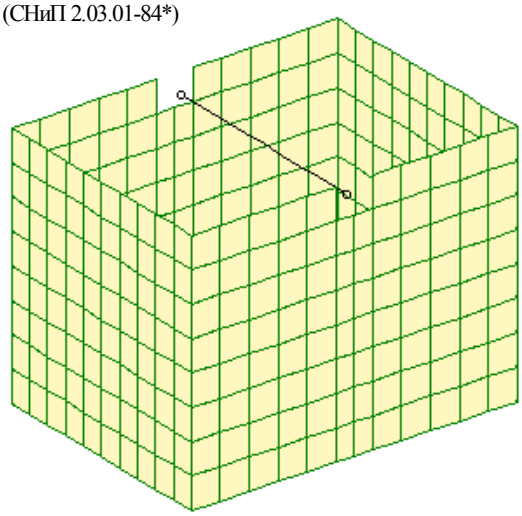
0 2.52

Вариант конструирования:РСН

Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)

Единицы измерения - см2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 121

23. Расчет камеры УТ9 (УТ1, УТ4, УТ5, УТ10а, УТ11, УТ20)

23.1. Конструктивная схема объекта

Объект расчета 4575-3-С11-КЖ.Р – это подземное сооружение h=4,2м, квадратной формы в плане, с габаритными размерами 9.8х5.8м. Высота камеры от верха днища до низа плит покрытия составляет 3,6м.

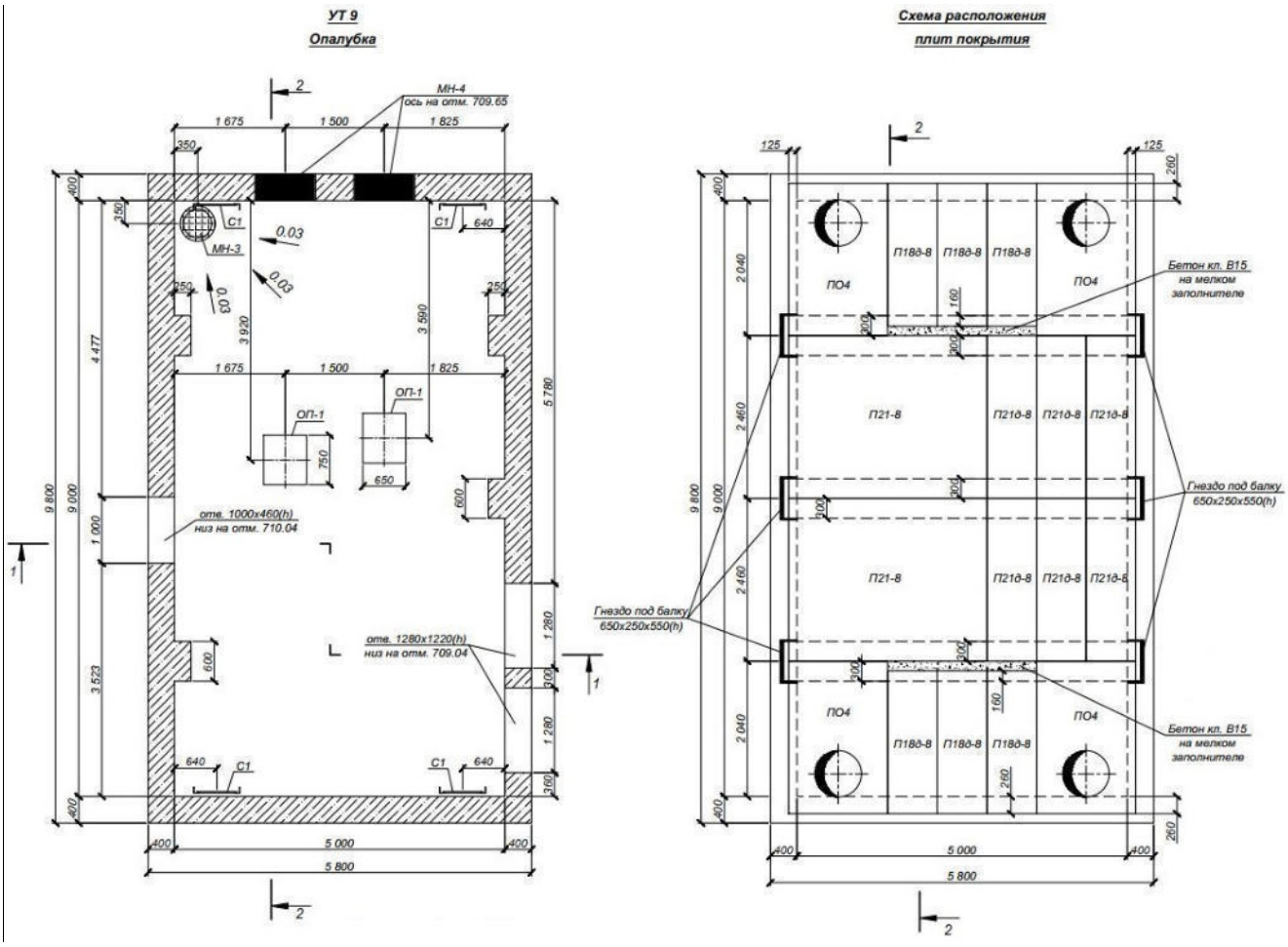
Стены камеры из монолитного железобетона. Покрытие – сборные железобетонные плиты по железобетонному ригелю.

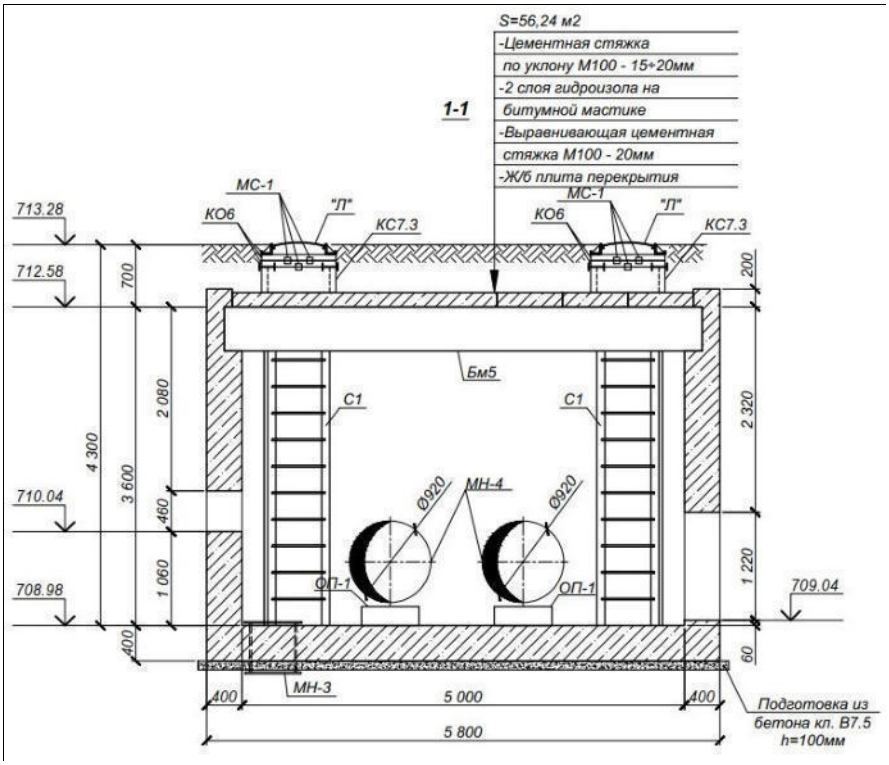
Камера запроектирован по жесткой конструктивной схеме, исключающей возможность взаимного перемещения элементов днища, стен и плит покрытия.

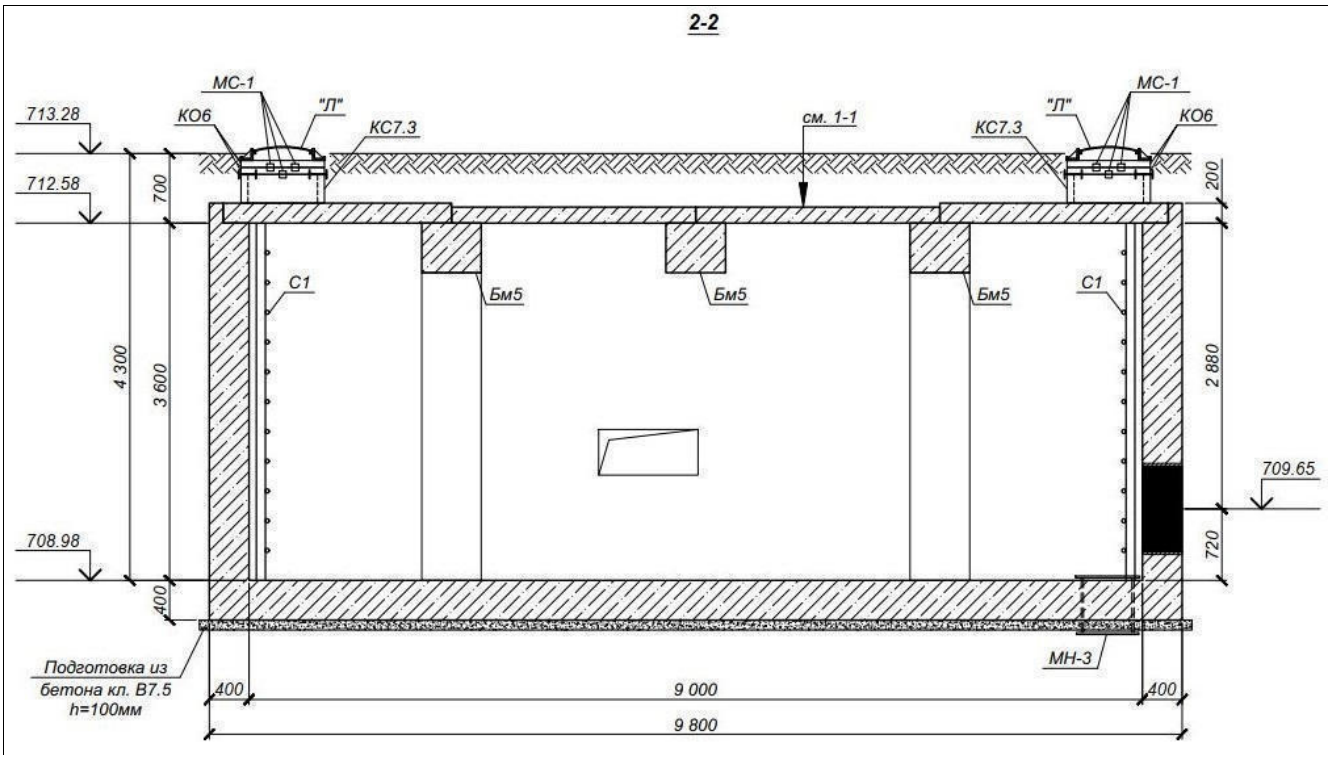
Толщина днища и наружных несущих монолитных железобетонных стен 400 мм.

Класс бетона В15 – стен и днища, балки покрытия – В25.

Плиты покрытия приняты сборными железобетонными по серии 3.006.1-2.87.







Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
		59

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	4575-3-С11-КЖ.Р	Лист 52

23.2. Расчетная схема

23.2.1. Общая характеристика расчетной схемы

Расчет производился в пространственной постановке с упругими жесткостными характеристиками материалов на действие основных сочетаний нагрузок. Создание расчетной схемы и все расчеты производились с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2019

При создании конечно-элементной модели использовались следующие типы конечных элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ;

Тип 42. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки

Тип 44. Универсальный четырехугольный КЭ оболочки

Работой сборных железобетонных плит покрытия было пренебреженно. Собственный вес плит покрытия и вертикальные нагрузки на плиты, были учтены в виде распределенных нагрузок на оболочечные КЭ нулевой жесткости (тип жесткости №2), моделирующие передачу нагрузок в узлы схемы, и не участвующие в формировании матрицы жесткости.

Работа основания в расчетной схеме моделировалась в виде упругого основания с коэффициентами постели: C_{1z}=3559.66 т/м^3, C_{2z}=958.005 т/м.

23.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения

Объект расчета представлен системой конечных элементов, показанной на нижеследующих рисунках подраздела. Конечно-элементной схеме предшествует 3D-изображение, выполненное в ВИЗОР-САПР.

Опорные узлы представлены цветной палеткой из шести ячеек, где три верхних ячейки соответствуют X, Y, Z, а три нижних - UX, UY, UZ. Присутствие цвета в ячейке обозначает наложенную связь .

Моделирование абсолютно жестких тел (АЖТ) в узлах схемы, помечается оранжевым цветом узла.

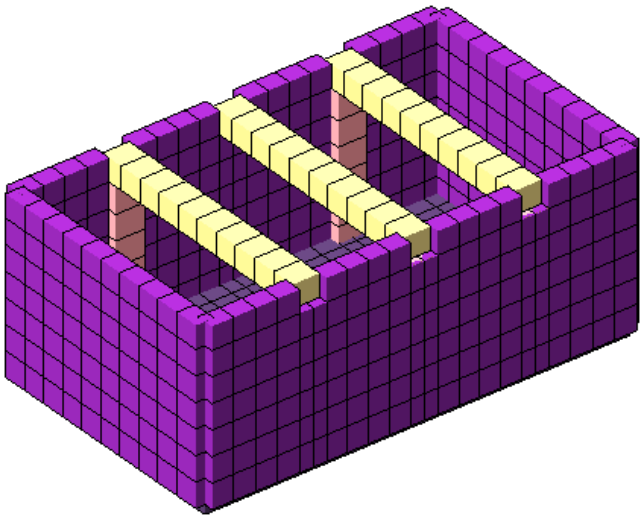


Рис 1. Общий вид 3D расчетной схемы (КЭ плит покрытия не показаны)

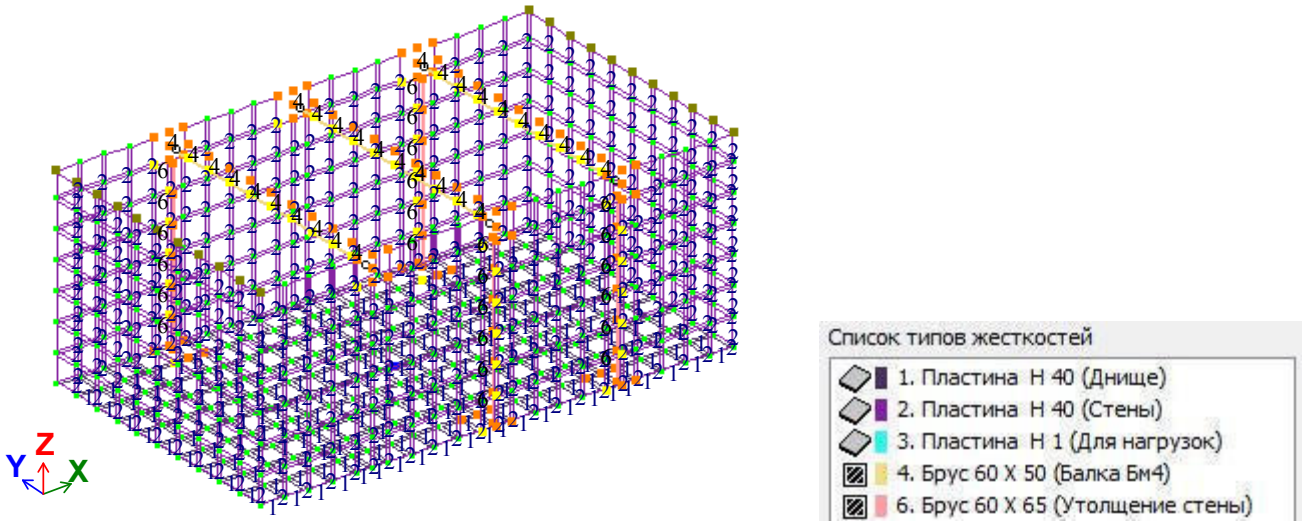


Рис 2. Общий вид расчетной схемы

23.2.3. Сбор нагрузок

№	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Нормативная нагрузка	$K_{нагр}$	$K_{отв}$	Расчетная нагрузка	Прим.[1]
1	2	3	4	5	6	7	8
Постоянные нагрузки							
1	Вес жб конструкций камеры, заданных в расчетную схему, определяется программно в зависимости от принятых сечений элементов, $K_{нагр}$=1.1						1
2	**Нагрузка от веса покрытия**						
	Цементно-песчаная стяжка по уклону	тс/м²	0.045	1.3	0.95	**0.056**	
	2 слоя гидроизола на битумной мастике	тс/м²	0.002	1.2	0.95	**0.003**	
	Цементно-песчаная стяжка по уклону	тс/м²	0.045	1.3	0.95	**0.056**	
	Плита покрытия (серия 3.006.1-2.87)	тс/м²	0.48	1.1	0.95	**0.502**	
	Итого:	тс/м²				**0.617**	1
3	**Нагрузка от веса дорожного покрытия**						
	Дорожное покрытие h=0.3м, γ = 2.4 т/м³	тс/м²	0.72	1.5	0.95	**1.03**	1
	Нагрузка от грунта обратной засыпки						
4	Боковое давление грунта в уровне перекрытия[2]	тс/м²	0.325	1.1	0.95	**0.34**	1
	Боковое давление грунта в уровне днища[2]	тс/м²	3.184	1.1	0.95	**3.33**	1
Временные длительные нагрузки							
5	**Нагрузка от технологических трубопроводов**						
	Технологическая	тс/м²	0.2	1.2	0.95	**0.228**	2
Кратковременные нагрузки							
6	**Нагрузка от подвижных автодорожных нагрузок**						
	Нагрузка от автотранспорта	тс/м²	2.0	1.1	0.95	**2.09**	3
7	Боковое давление грунта в уровне перекрытия[2]	тс/м²	1.366	1.1	0.95	**1.503**	4
	Боковое давление грунта в уровне днища[2]	тс/м²	0.624	1.1	0.95	**0.652**	4

1. В примечаниях (8) указан номер загружения для программного расчета.
2. Расчет приведен на последующих листах подраздела

Характеристики грунта обратной засыпки:

Удельный вес, тс/м³: $\gamma'_1=1,8$

Угол внутреннего трения: $\varphi'_1=28^\circ$

Расстояние от перекрытия камеры до верха земли (м): $H_{\gamma1}=0,5$

Расстояние от оси днища камеры до верха земли (м): $H_{\gamma2}=4,9$

Коэффициент бокового давления грунта:

$$\lambda = tan\left(45^\circ - \frac{\varphi'_I}{2}\right) = tan\left(45^\circ - \frac{28^\circ}{2}\right) = 0.361$$

Боковое давление грунта засыпки от собственного веса, тс/м²:

$$P_{\gamma1} = \gamma'_I * H_{\gamma1} * \lambda = 1.8 * 0.5 * 0.361 = 0.325$$

$$P_{\gamma2} = \gamma'_I * H_{\gamma2} * \lambda = 1.8 * 4.9 * 0.361 = 3.184$$

Интенсивность горизонтального активного давления грунта от автодорожных нагрузок, тс/м²:

$$P_{B1} = \frac{14}{3.2 + H_{\gamma1}} * \lambda = \frac{14}{3.2 + 0.5} * 0.361 = 1.366$$

$$P_{B2} = \frac{14}{3.2 + H_{\gamma1}} * \lambda = \frac{14}{3.2 + 4.9} * 0.361 = 0.624$$

23.2.4. Загружения и расчетные сочетания

Параметры РСУ										
						Коэффициенты сочетаний				
№ загр.	Имя загружения	Вид	Взаимо-искл.	Коэф. надежн.	Доля длит.	РСН1	РСН2	РСН3	РСН4	РСН5
1	Собственный_вес	Постоянная (П)		1.1	1	1	1	1	1	1
2	Технологическая	Длительная (Д)		1.2	1	0	1	0	0	0.95
3	Колесная	Кратковременная (К)	1	1.2	0.35	0	0	1	0	0.9
4	Колесная_боковая	Кратковременная (К)	1	1.2	0.35	0	0	0	1	0.9

При выборе РСУ рассматриваются:

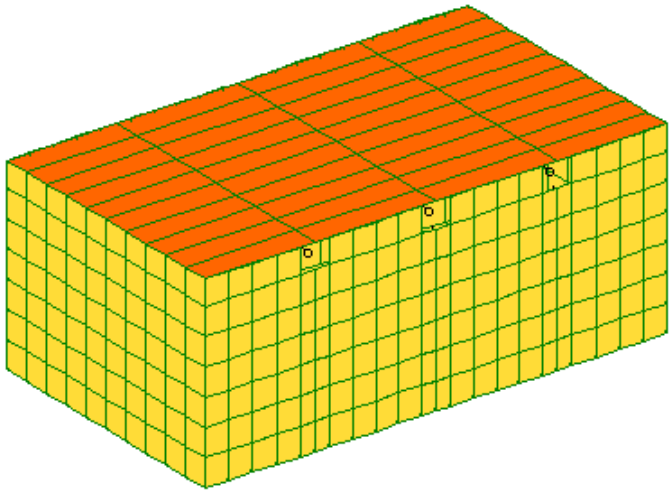
1-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение и одно, наиболее опасное, из временных (длительных или кратковременных) с коэффициентами сочетаний K_1=1.

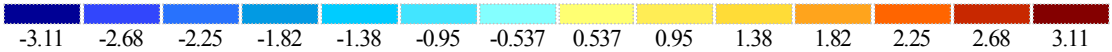
2-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение с коэффициентом K_2=1, все длительные загружения с коэффициентом K_2=0.95 и все кратковременные с коэффициентом K_2=0.9.

23.2.5. Цветовые мозаики заданных нагрузок

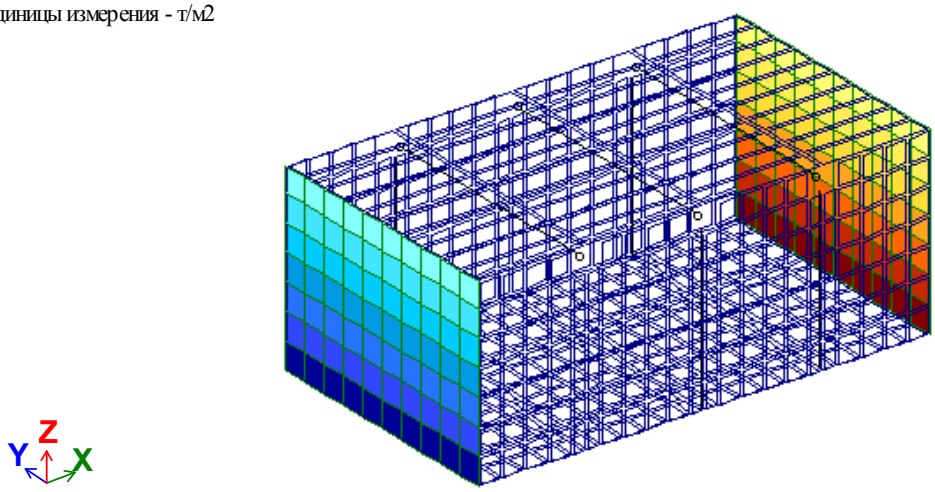
1 1.67

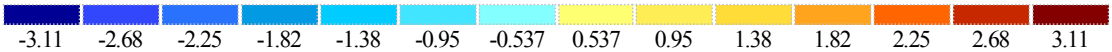
пост
Мозаика q(площ.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м2



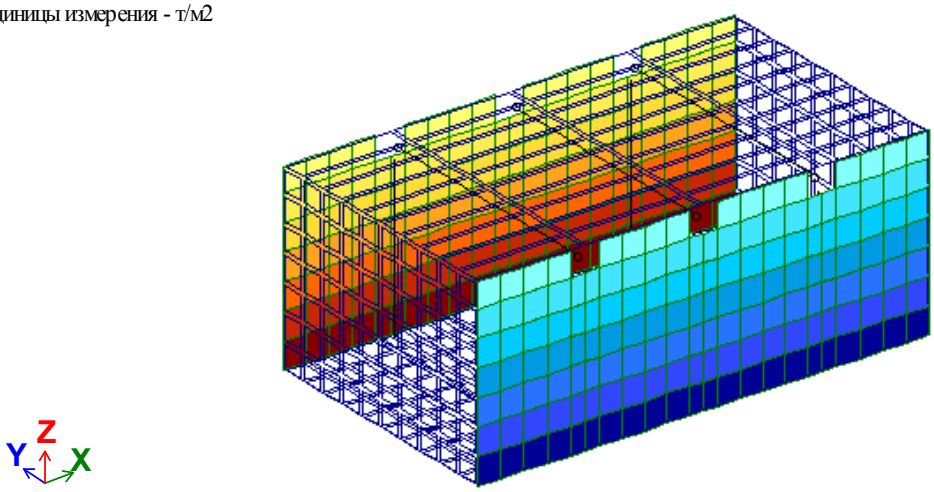


пост
Мозаика q(площ.) вдоль оси X(G)
Единицы измерения - т/м2

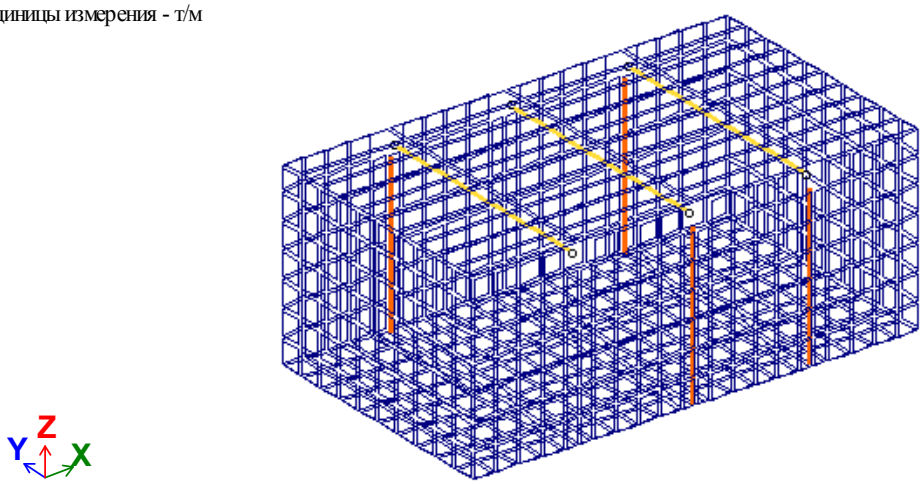




пост
Мозаика q(площ.) вдоль оси Y(G)
Единицы измерения - т/м2

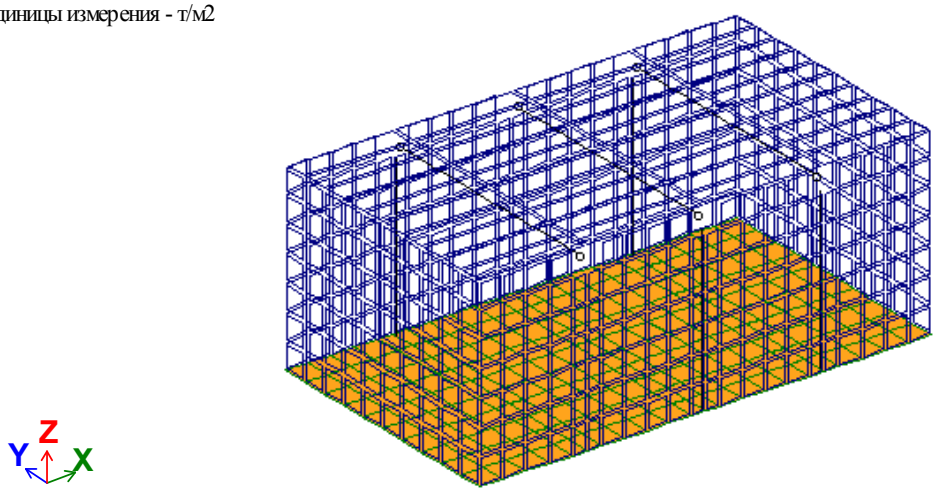


пост
Мозаика q(лин.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м



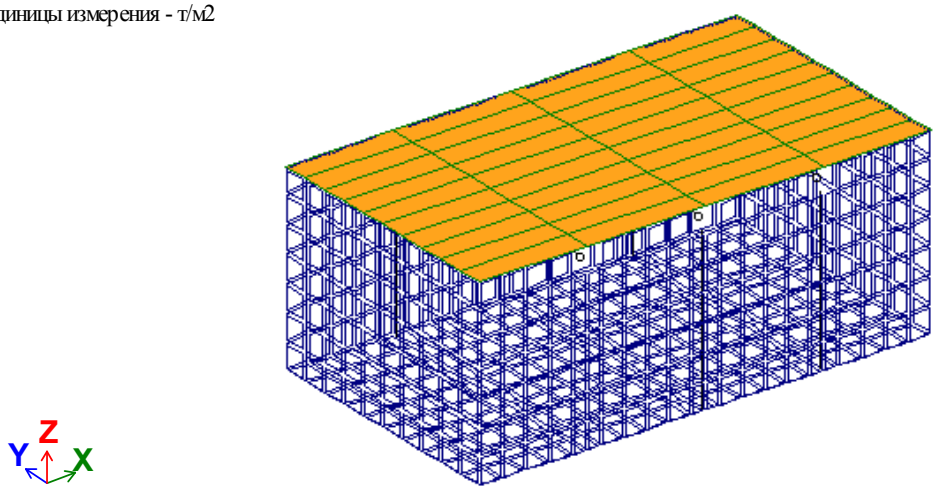
0.228

техн
Мозаика q(площ.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м2



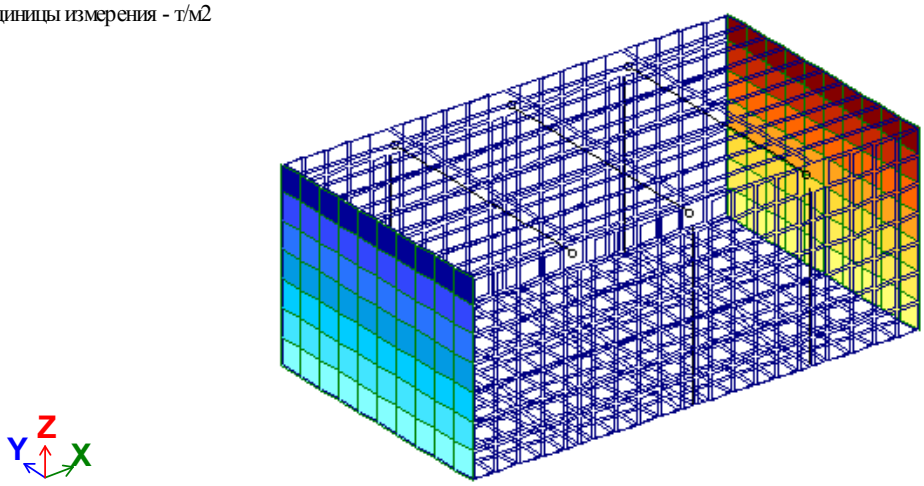
2.09

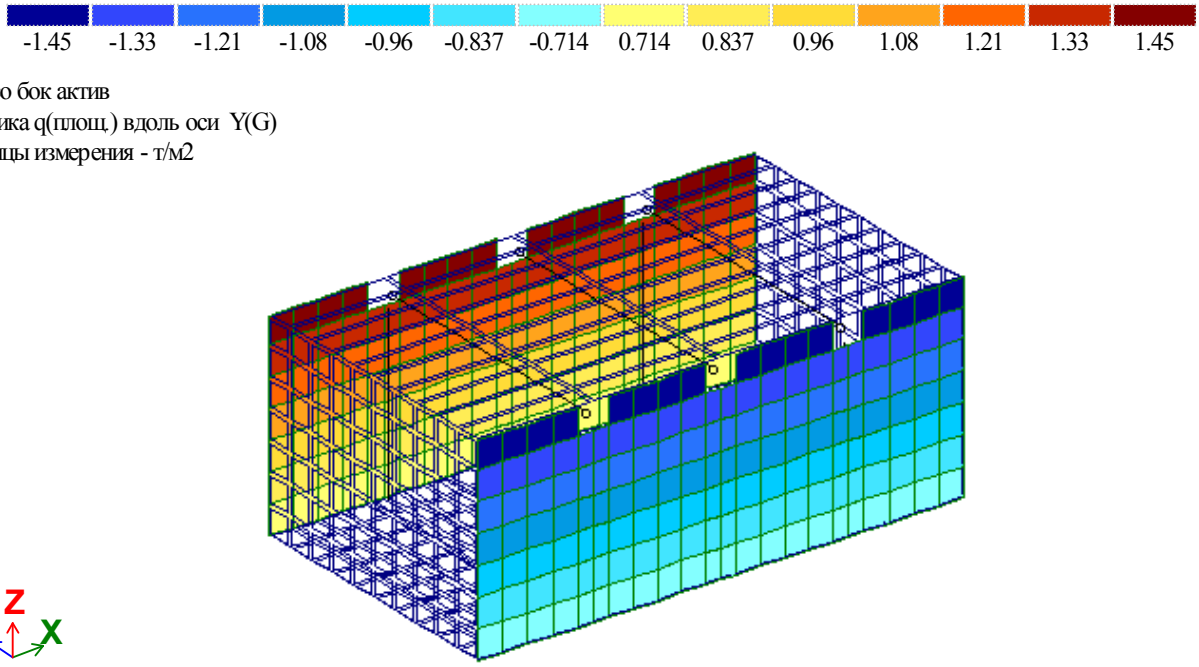
колесо
Мозаика q(площ.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м2



-1.45 -1.33 -1.21 -1.08 -0.96 -0.837 -0.714 0.714 0.837 0.96 1.08 1.21 1.33 1.45

Колесо бок актив
Мозаика q(площ.) вдоль оси X(G)
Единицы измерения - т/м2





23.3. Результаты расчета

23.3.1. Протокол расчета

GenuineIntel Intel(R) Core(TM) i5-3340 CPU @ 3.10GHz 4 cores 4 threads 4(1048576) L2 cache
Microsoft Windows 7 Professional RUS Service Pack 1 (SP v.1.0) 64-bit. Build 7601
Размер доступной физической памяти = 10710720000
15:57 Чтение исходных данных из файла D:\LiraData_2020\4575-3-c11_ym9.txt
15:57 Контроль исходных данных основной схемы
Количество узлов = 825 (из них количество неудаленных = 811)
Количество элементов = 802 (из них количество неудаленных = 750)
ОСНОВНАЯ СХЕМА
15:57 Оптимизация порядка неизвестных
Количество неизвестных = 3569
РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ
15:57 Формирование матрицы жесткости
15:57 Формирование векторов нагрузок
15:57 Разложение матрицы жесткости
15:57 Вычисление неизвестных
15:57 Контроль решения
Формирование результатов
15:57 Формирование топологии
15:57 Формирование перемещений
15:57 Вычисление и формирование усилий в элементах
15:57 Вычисление и формирование реакций в элементах
15:57 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях
15:57 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях
Суммарные узловые нагрузки на основную схему:
Загружение 1 PX=-5.46785e-015 PY=1.67921e-014 PZ=271.331 PUX=8.14279e-015 PUY=-4.54324e-015 PUZ=0 PW=0
Загружение 2 PX=0 PY=0 PZ=11.5733 PUX=8.54893e-016 PUY=-2.65846e-016 PUZ=0 PW=0
Загружение 3 PX=0 PY=0 PZ=106.088 PUX=5.93969e-015 PUY=-5.66214e-015 PUZ=0 PW=0
Загружение 4 PX=1.77636e-015 PY=1.29896e-014 PZ=0 PUX=-1.30104e-017 PUY=0 PUZ=0 PW=0
Расчет успешно завершен
Затраченное время = 0 мин

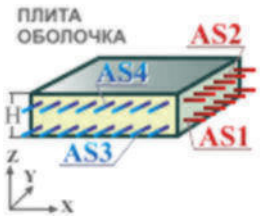
23.4. Мозаики армирования днища и стен

Краткое описание модулей армирования пластин

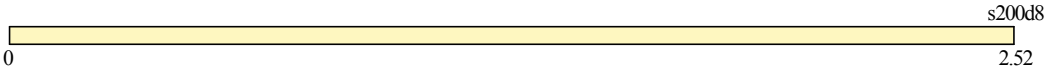
В предаставленных ниже мозаиках армирования местная ось X расположена горизонтально

Результаты поддбора продольной арматуры:

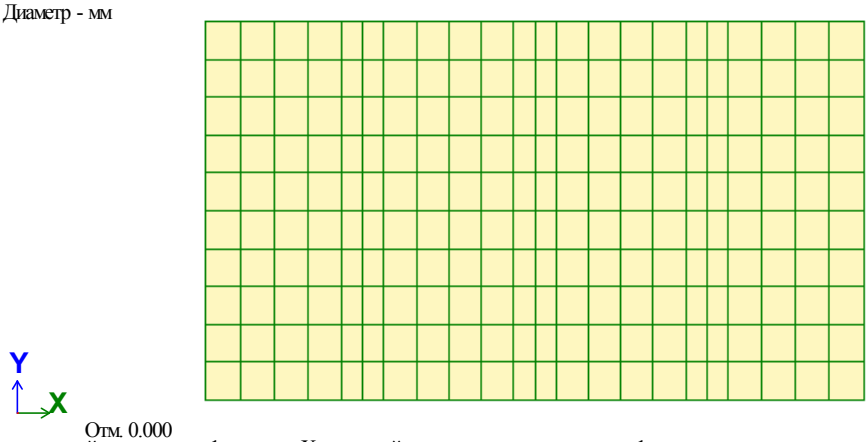
- AS1 – площадь нижней арматуры по направлению X (см2/м);
- AS2 – площадь верхней арматуры по направлению X (см2/м);
- AS3 – площадь нижней арматуры по направлению Y (см2/м);
- AS4 – площадь верхней арматуры по направлению Y (см2/м);



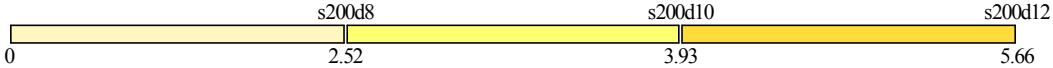
23.4.1. Армирование днища



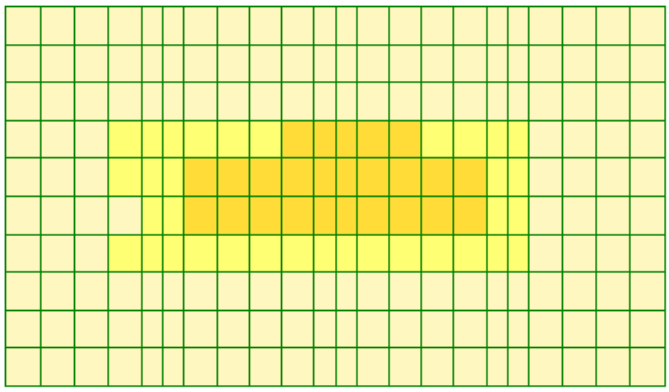
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



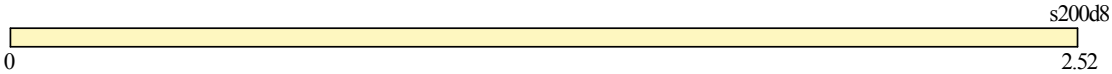
Отм. 0.000
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 1



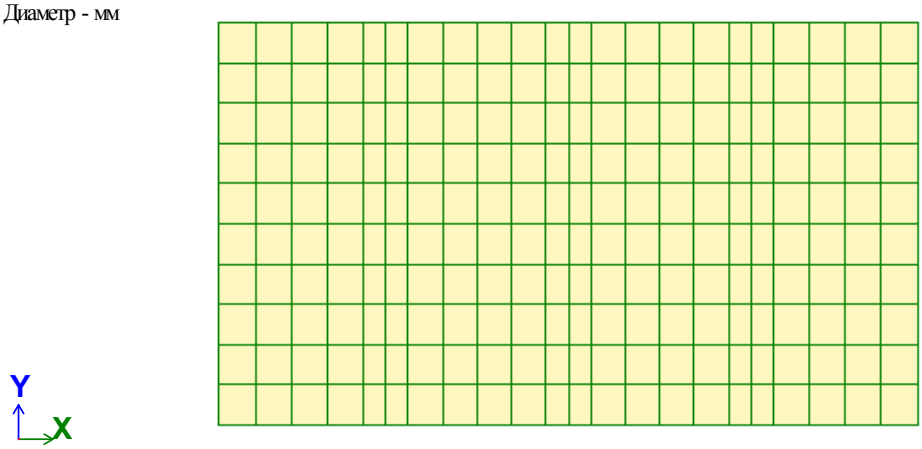
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



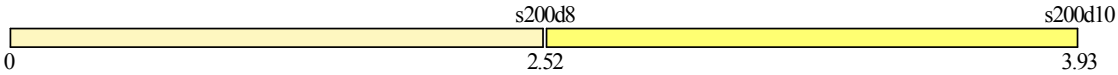
Отм. 0.000
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 116



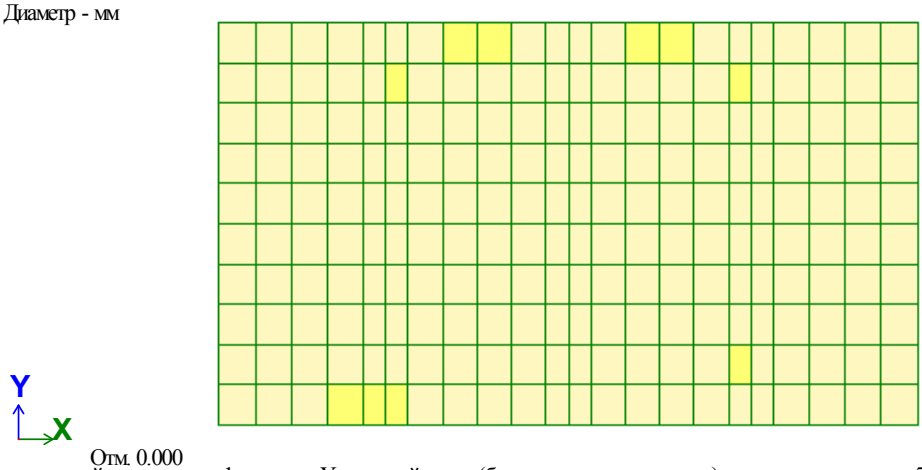
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Отм. 0.000
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 4

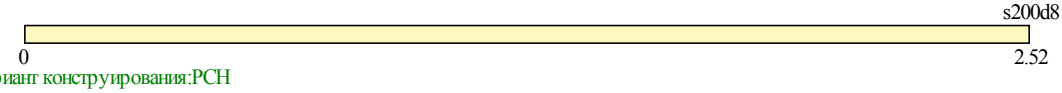


Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм

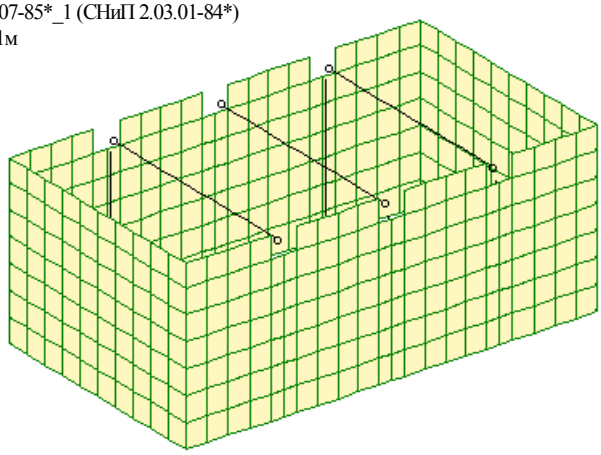


Отм. 0.000
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 59

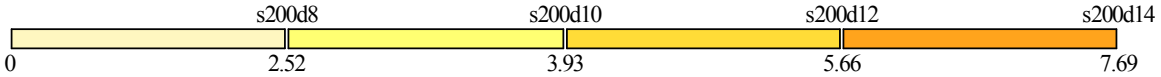
23.4.2. Армирование стен



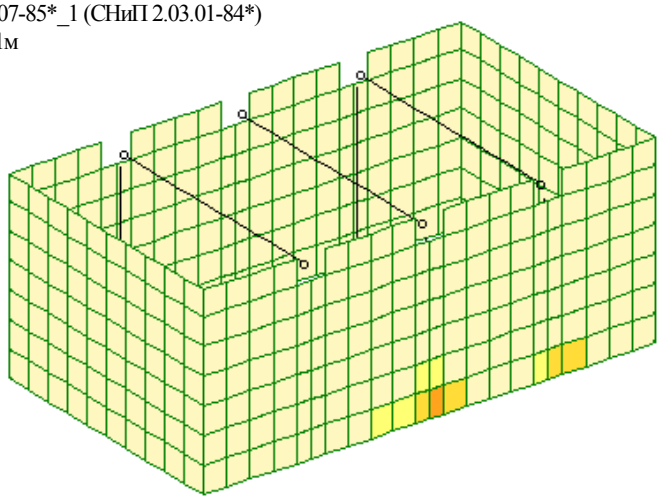
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



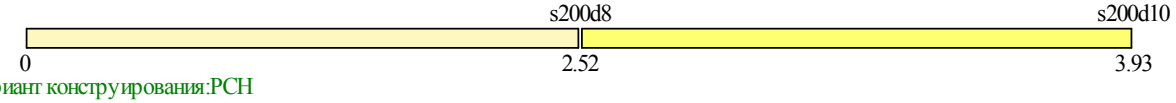
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 347



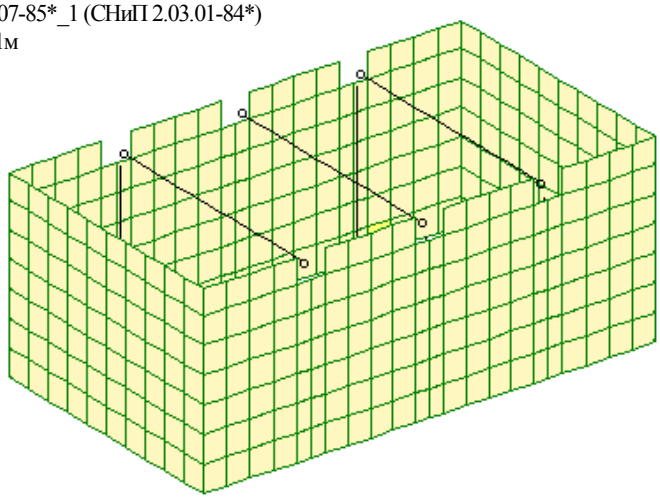
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



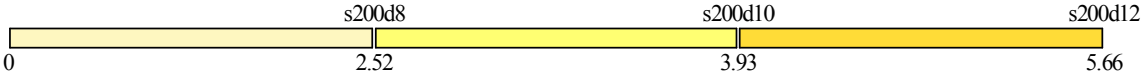
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 298



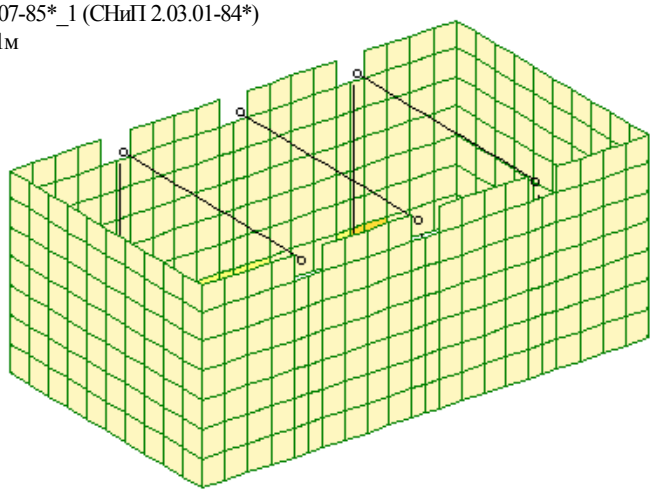
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 396



Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 403

24. Расчет камеры УТ14 (УТ2, УТ3, УТ7, УТ8, УТ12, УТ17, УТ18, УТ22, УТ3б)

24.1. Конструктивная схема объекта

Объект расчета 4575-3-С11-КЖ.Р – это подземное сооружение h=5,0м, квадратной формы в плане, с габаритными размерами 8.6х6.1м. Высота камеры от верха днища до низа плит покрытия составляет 4,4м.

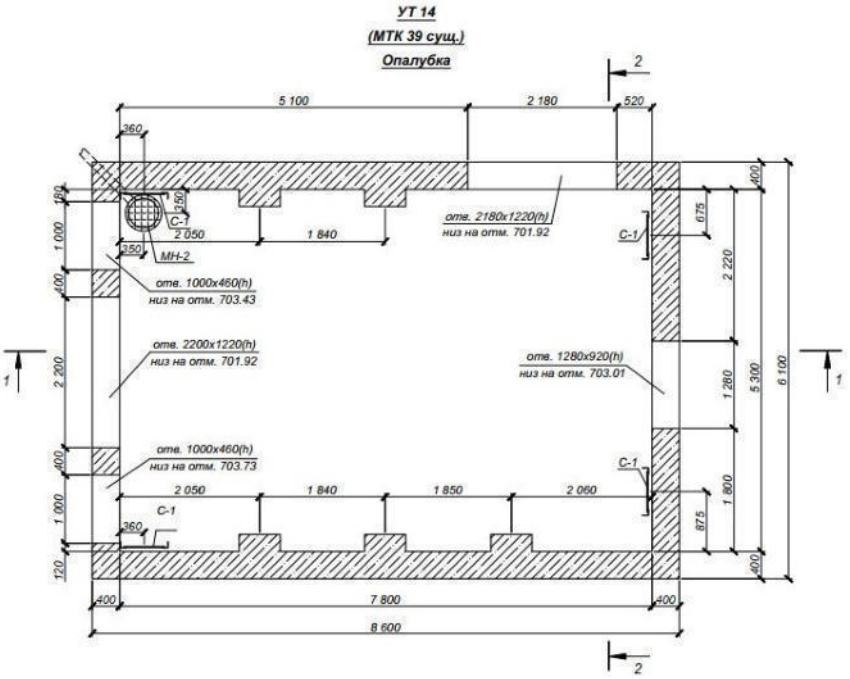
Стены камеры из монолитного железобетона. Покрытие – сборные железобетонные плиты по железобетонному ригелю.

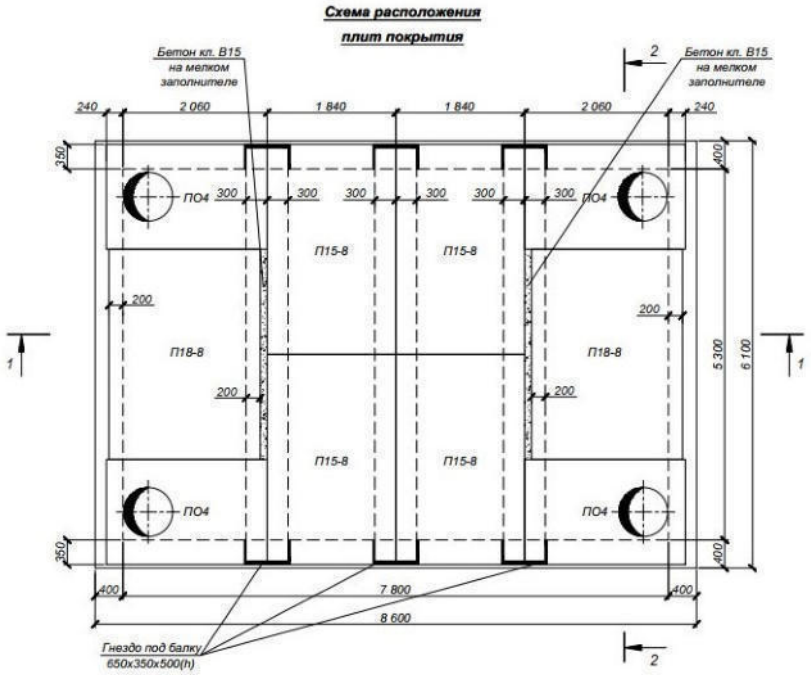
Камера запроектирован по жесткой конструктивной схеме, исключающей возможность взаимного перемещения элементов днища, стен и плит покрытия.

Толщина днища и наружных несущих монолитных железобетонных стен 400 мм.

Класс бетона В15 – стен и днища, балки покрытия – В25.

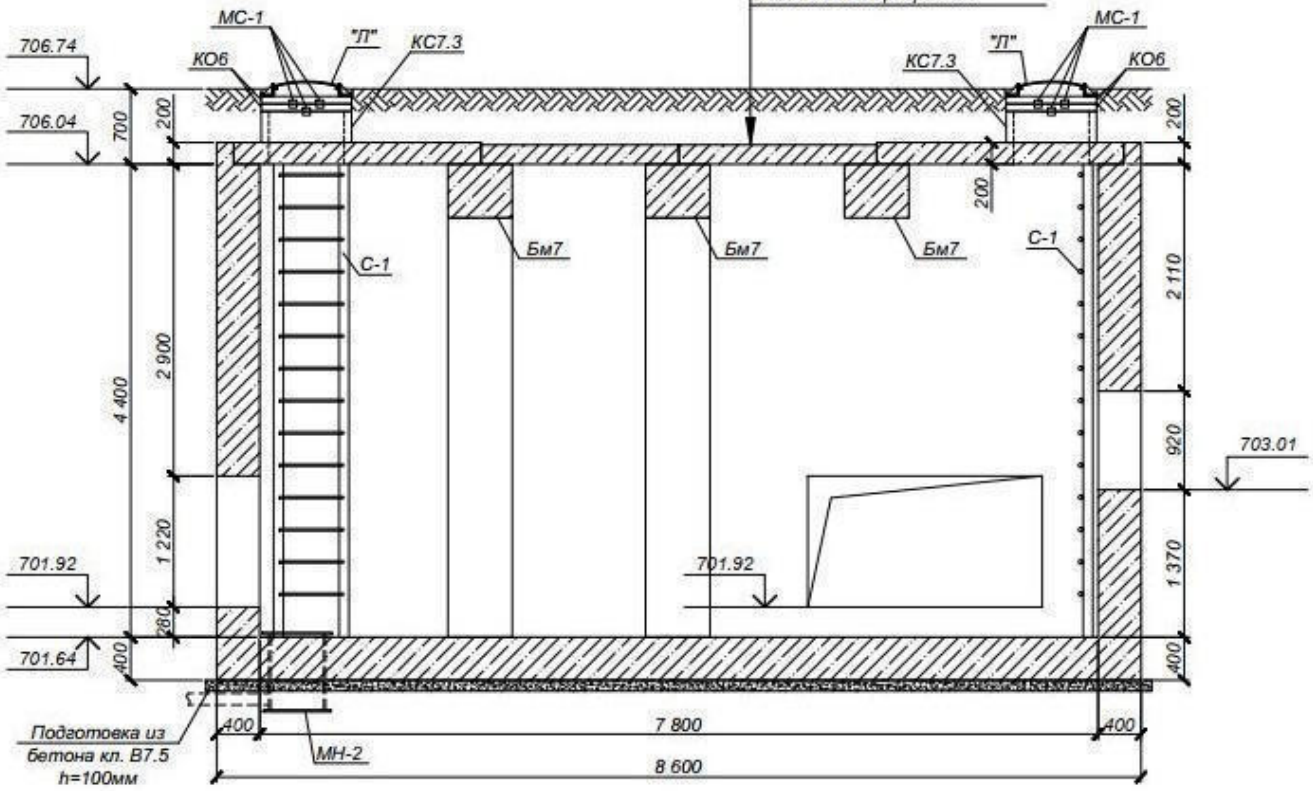
Плиты покрытия приняты сборными железобетонными по серии 3.006.1-2.87.



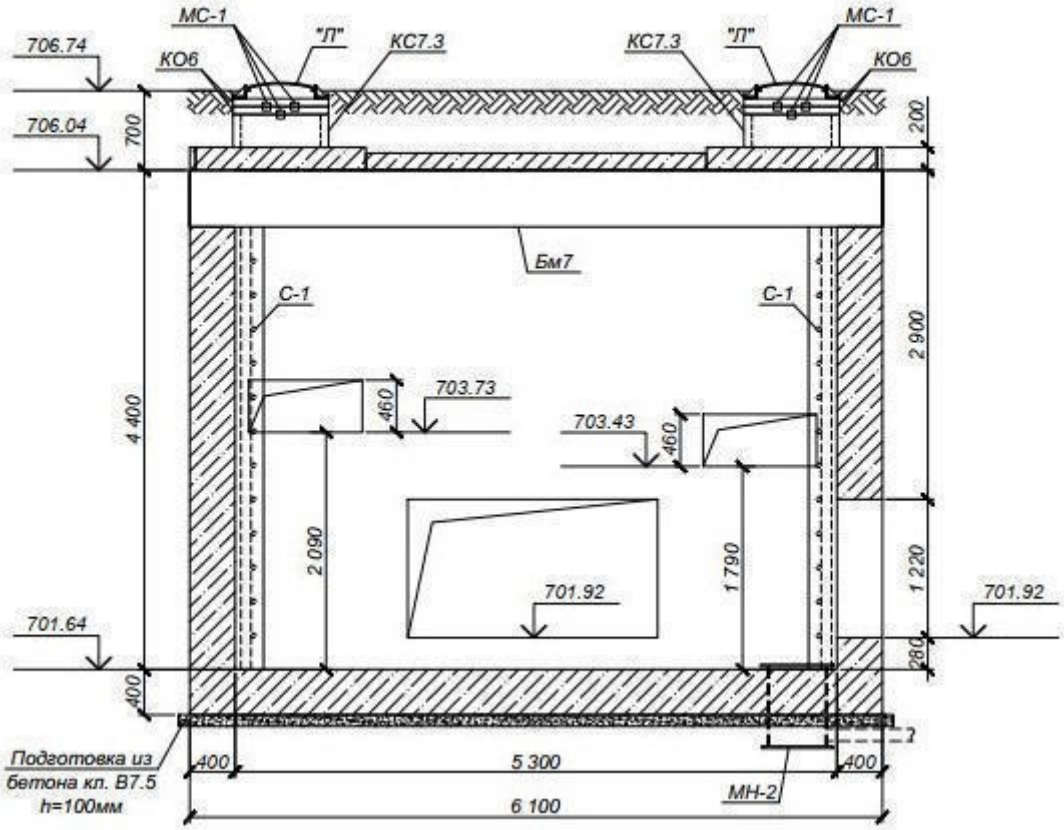


S=51,8 м2
-Цементная стяжка
по уклону М100 - 15+20мм
-2 слоя гидроизола на
битумной мастике
-Выравнивающая цементная
стяжка М100 - 20мм
-Ж/б плита перекрытия

1-1



2-2



Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
		59

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	4575-3-С11-КЖ.Р	Лист 63

24.2. Расчетная схема

24.2.1. Общая характеристика расчетной схемы

Расчет производился в пространственной постановке с упругими жесткостными характеристиками материалов на действие основных сочетаний нагрузок. Создание расчетной схемы и все расчеты производились с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2019

При создании конечно-элементной модели использовались следующие типы конечных элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ;

Тип 42. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки

Тип 44. Универсальный четырехугольный КЭ оболочки

Работой сборных железобетонных плит покрытия было пренебреженно. Собственный вес плит покрытия и вертикальные нагрузки на плиты, были учтены в виде распределенных нагрузок на оболочечные КЭ нулевой жесткости (тип жесткости №2), моделирующие передачу нагрузок в узлы схемы, и не участвующие в формировании матрицы жесткости.

Работа основания в расчетной схеме моделировалась в виде упругого основания с коэффициентами постели: C_{1z}=2307.51 т/м^3, C_{2z}=77.4299 т/м.

24.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения

Объект расчета представлен системой конечных элементов, показанной на нижеследующих рисунках подраздела. Конечно-элементной схеме предшествует 3D-изображение, выполненное в ВИЗОР-САПР.

Опорные узлы представлены цветной палеткой из шести ячеек, где три верхних ячейки соответствуют X, Y, Z, а три нижних - UX, UY, UZ. Присутствие цвета в ячейке обозначает наложенную связь .

Моделирование абсолютно жестких тел (АЖТ) в узлах схемы, помечается оранжевым цветом узла.

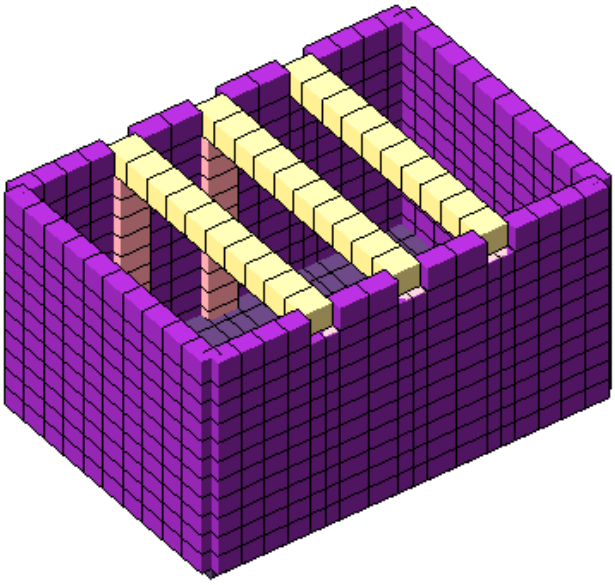
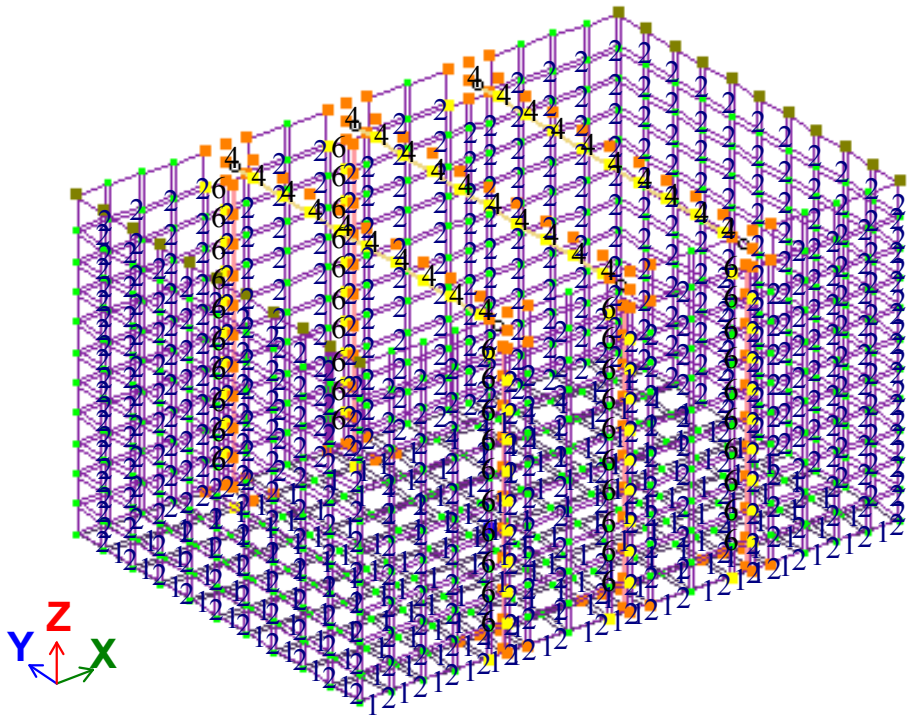


Рис 1. Общий вид 3D расчетной схемы (КЭ плит покрытия не показаны)



Список типов жесткостей

1. Пластина H 40 (Днище)
2. Пластина H 40 (Стены)
3. Пластина H 1 (Для нагрузок)
4. Брус 60 X 50 (Балка Бм4)

Рис 2. Общий вид расчетной схемы

24.2.3.Сбор нагрузок

№	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Нормативная нагрузка	$K_{нагр}$	$K_{отв}$	Расчетная нагрузка	Прим.[1]
1	2	3	4	5	6	7	8
Постоянные нагрузки							
1	Вес жб конструкций камеры, заданных в расчетную схему, определяется программно в зависимости от принятых сечений элементов, $K_{нагр}$=1.1						1
2	**Нагрузка от веса покрытия**						
	Цементно-песчаная стяжка по уклону	тс/м²	0.045	1.3	0.95	**0.056**	
	2 слоя гидроизола на битумной мастике	тс/м²	0.002	1.2	0.95	**0.003**	
	Цементно-песчаная стяжка по уклону	тс/м²	0.045	1.3	0.95	**0.056**	
	Плита покрытия (серия 3.006.1-2.87)	тс/м²	0.48	1.1	0.95	**0.502**	
	Итого:	тс/м²				**0.617**	1
3	**Нагрузка от веса дорожного покрытия**						
	Дорожное покрытие h=0.3м, γ = 2.4 т/м³	тс/м²	0.72	1.5	0.95	**1.03**	1
	Нагрузка от грунта обратной засыпки						
4	Боковое давление грунта в уровне перекрытия[2]	тс/м²	0.325	1.1	0.95	**0.34**	1
	Боковое давление грунта в уровне днища[2]	тс/м²	3.444	1.1	0.95	**3.6**	1

Временные длительные нагрузки							
5	**Нагрузка от технологических трубопроводов**						
	Технологическая	тс/м²	0.2	1.2	0.95	**0.228**	2
Кратковременные нагрузки							
6	**Нагрузка от подвижных автодорожных нагрузок**						
	Нагрузка от автотранспорта	тс/м²	2.0	1.1	0.95	**2.09**	3
7	Боковое давление грунта в уровне перекрытия[2]	тс/м²	1.366	1.1	0.95	**1.503**	4
	Боковое давление грунта в уровне днища[2]	тс/м²	0.595	1.1	0.95	**0.622**	4

1. В примечаниях (8) указан номер загружения для программного расчета.
2. Расчет приведен на последующих листах подраздела

Характеристики грунта обратной засыпки:

Удельный вес, тс/м³: $\gamma'_1=1,8$

Угол внутреннего трения: $\varphi'_1=28^\circ$

Расстояние от перекрытия камеры до верха земли (м): $H_{\gamma1}=0,5$

Расстояние от оси днища камеры до верха земли (м): $H_{\gamma2}=5,3$

Коэффициент бокового давления грунта:

$$\lambda = tan\left(45^\circ - \frac{\varphi'_I}{2}\right) = tan\left(45^\circ - \frac{28^\circ}{2}\right) = 0.361$$

Боковое давление грунта засыпки от собственного веса, тс/м²:

$$P_{\gamma1} = \gamma'_I * H_{\gamma1} * \lambda = 1.8 * 0.5 * 0.361 = 0.325$$

$$P_{\gamma2} = \gamma'_I * H_{\gamma2} * \lambda = 1.8 * 5.3 * 0.361 = 3.444$$

Интенсивность горизонтального активного давления грунта от автодорожных нагрузок, тс/м²:

$$P_{\text{B1}} = \frac{14}{3.2 + H_{\gamma1}} * \lambda = \frac{14}{3.2 + 0.5} * 0.361 = 1.366$$

$$P_{\text{B2}} = \frac{14}{3.2 + H_{\gamma1}} * \lambda = \frac{14}{3.2 + 5.3} * 0.361 = 0.595$$

24.2.4. Загружения и расчетные сочетания

Параметры РСУ										
						Коэффициенты сочетаний				
№ загр.	Имя загружения	Вид	Взаимо-искл.	Коэф. надежн.	Доля длит.	РСН1	РСН2	РСН3	РСН4	РСН5
1	Собственный_вес	Постоянная (П)		1.1	1	1	1	1	1	1
2	Технологическая	Длительная (Д)		1.2	1	0	1	0	0	0.95
3	Колесная	Кратковременная (К)	1	1.2	0.35	0	0	1	0	0.9
4	Колесная_боковая	Кратковременная (К)	1	1.2	0.35	0	0	0	1	0.9

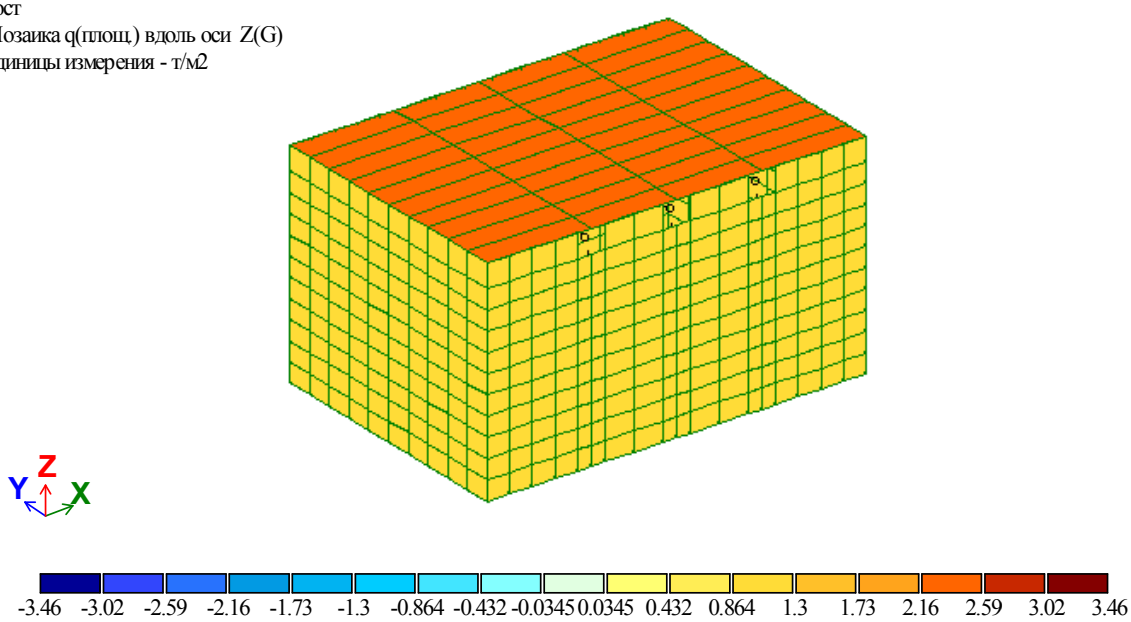
При выборе РСУ рассматриваются:

1-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение и одно, наиболее опасное, из временных (длительных или кратковременных) с коэффициентами сочетаний $K_1=1$.

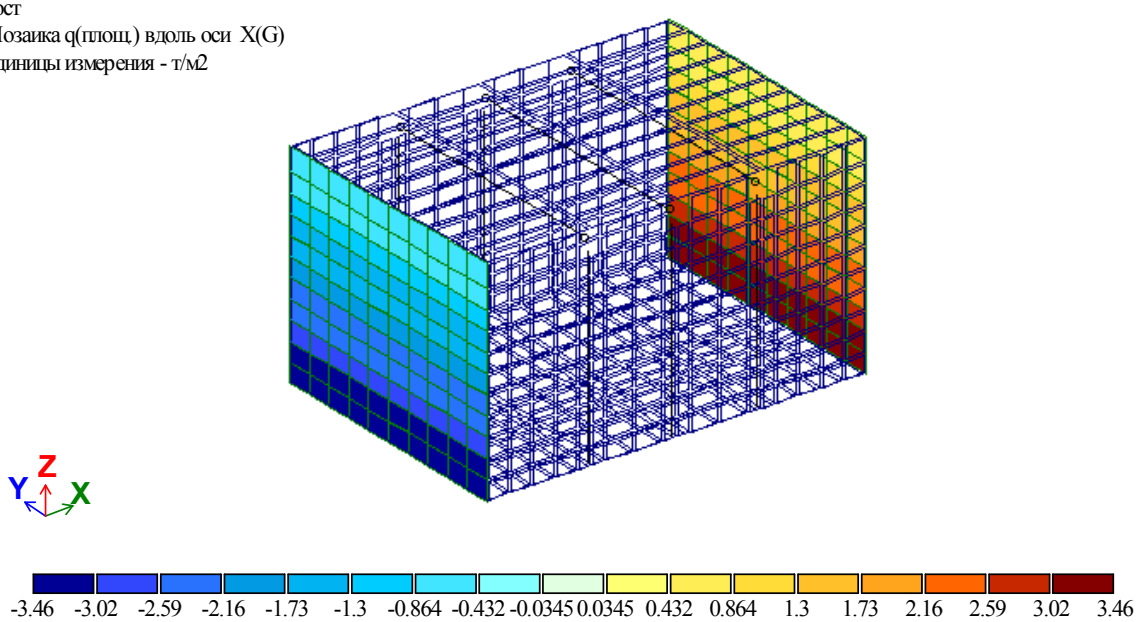
2-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение с коэффициентом $K_2=1$, все длительные загружения с коэффициентом $K_2=0.95$ и все кратковременные с коэффициентом $K_2=0.9$.

24.2.5.Цветовые мозаики заданных нагрузок

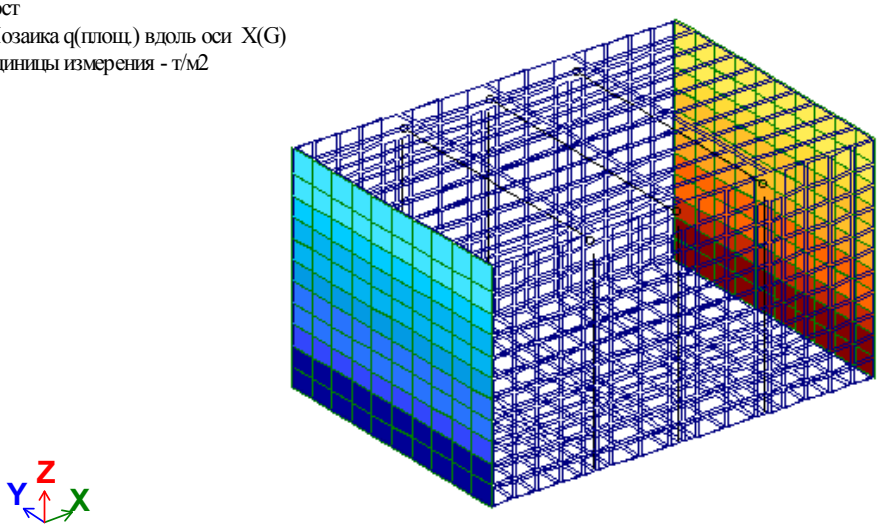
пост
Мозаика q(площ.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м2



пост
Мозаика q(площ.) вдоль оси X(G)
Единицы измерения - т/м2

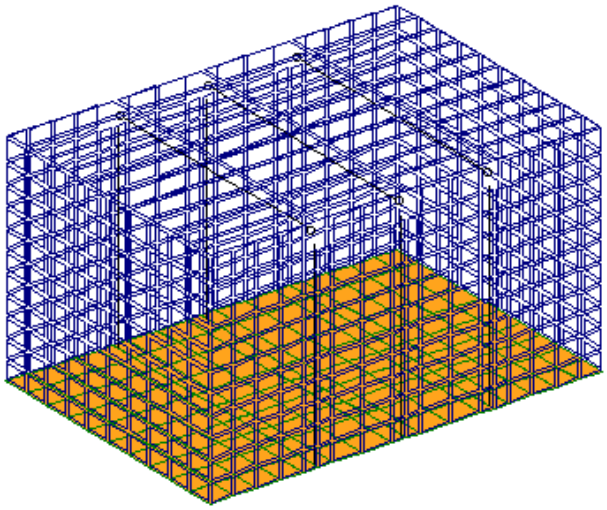


пост
Мозаика q(площ.) вдоль оси X(G)
Единицы измерения - т/м2



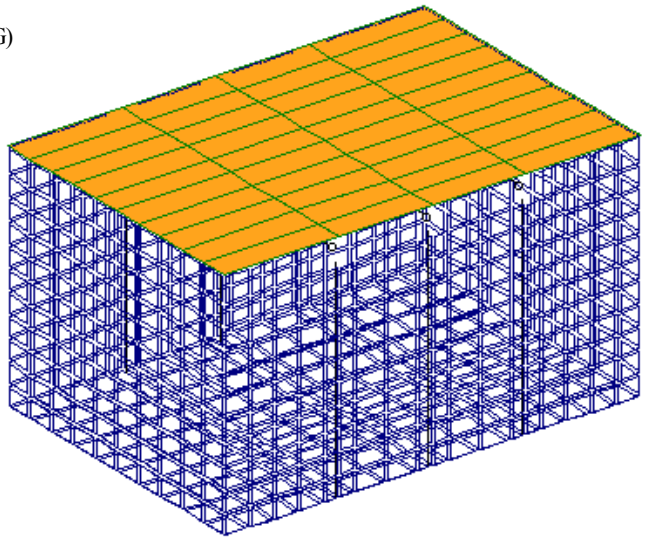
0.228

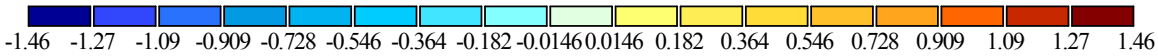
техн
Мозаика q(площ.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м2



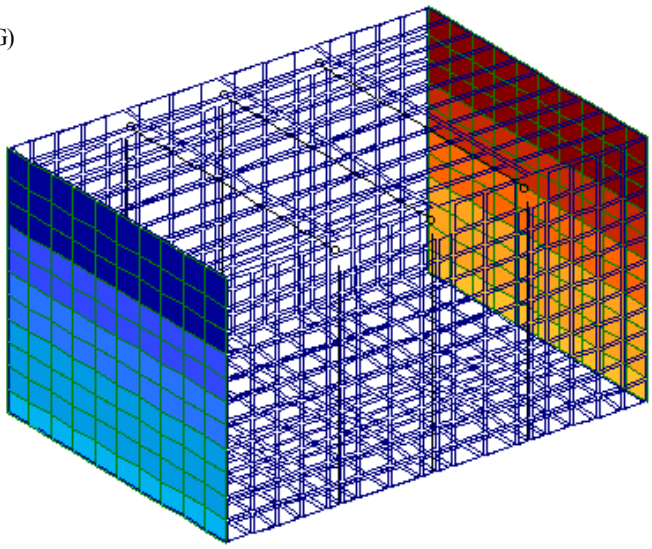
2.09

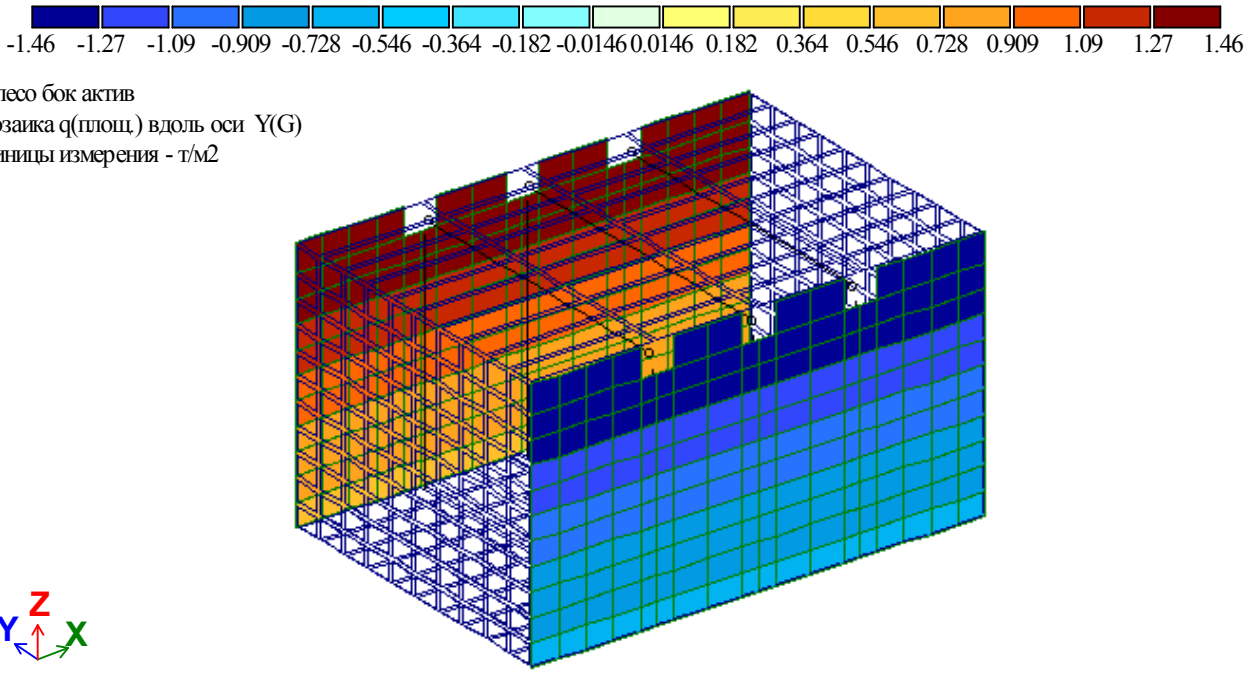
колесо
Мозаика q(площ.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м2





Колесо бок актив
Мозаика q(площ.) вдоль оси X(G)
Единицы измерения - т/м2





24.3. Результаты расчета

24.3.1. Протокол расчета

GenuineIntel Intel(R) Core(TM) i5-3340 CPU @ 3.10GHz 4 cores 4 threads 4(1048576) L2 cache
Microsoft Windows 7 Professional RUS Service Pack 1 (SP v.1.0) 64-bit. Build 7601
Размер доступной физической памяти = 10678083072
16:22 Чтение исходных данных из файла D:\LiraData_2020\4575-3-c11_ym14.txt
16:22 Контроль исходных данных основной схемы
Количество узлов = 962 (из них количество неудаленных = 962)
Количество элементов = 907 (из них количество неудаленных = 904)
ОСНОВНАЯ СХЕМА
16:22 Оптимизация порядка неизвестных
Количество неизвестных = 4195
РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ
16:22 Формирование матрицы жесткости
16:22 Формирование векторов нагрузок
16:22 Разложение матрицы жесткости
16:22 Вычисление неизвестных
16:22 Контроль решения
Формирование результатов
16:22 Формирование топологии
16:22 Формирование перемещений
16:22 Вычисление и формирование усилий в элементах
16:22 Вычисление и формирование реакций в элементах
16:22 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях
16:22 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях
Суммарные узловые нагрузки на основную схему:
Загружение 1 PX=5.55112e-016 PY=-4.37705e-014 PZ=283.782 PUX=5.71418e-015 PUY=2.58647e-015 PUZ=0 PW=0
Загружение 2 PX=0 PY=0 PZ=10.6567 PUX=5.83626e-016 PUY=-9.13982e-017 PUZ=0 PW=0
Загружение 3 PX=0 PY=0 PZ=97.6866 PUX=3.97599e-015 PUY=3.96905e-015 PUZ=0 PW=0
Загружение 4 PX=4.32987e-015 PY=5.21805e-015 PZ=0 PUX=-2.90566e-017 PUY=-9.97466e-018 PUZ=0 PW=0
Расчет успешно завершен
Затраченное время = 0 мин

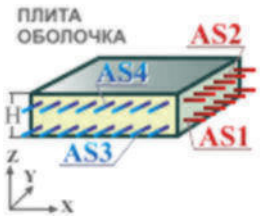
24.4. Мозаики армирования днища и стен

Краткое описание модулей армирования пластин

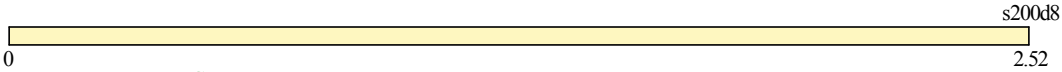
В предаставленных ниже мозаиках армирования местная ось X расположена горизонтально

Результаты поддбора продольной арматуры:

- AS1 – площадь нижней арматуры по направлению X (см2/м);
- AS2 – площадь верхней арматуры по направлению X (см2/м);
- AS3 – площадь нижней арматуры по направлению Y (см2/м);
- AS4 – площадь верхней арматуры по направлению Y (см2/м);



24.4.1. Армирование днища

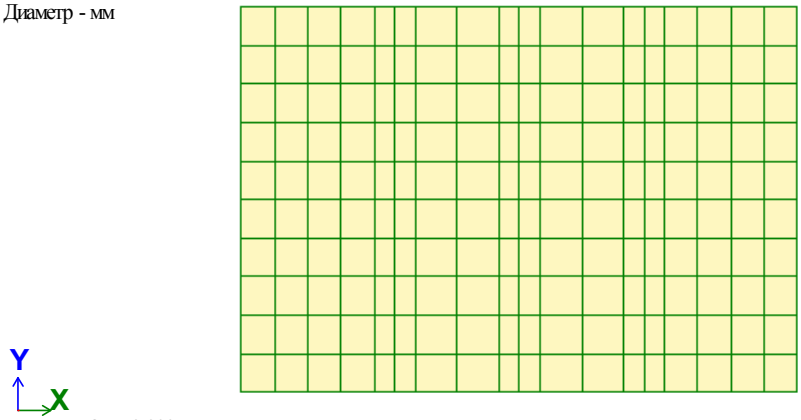


Вариант конструирования:РСН

Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)

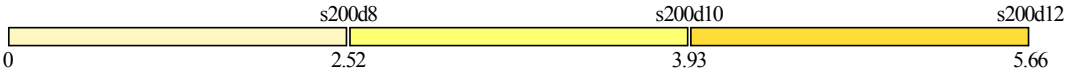
Единицы измерения - см2/1м

Шаг, Диаметр - мм



Отм. 0.000

Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 127

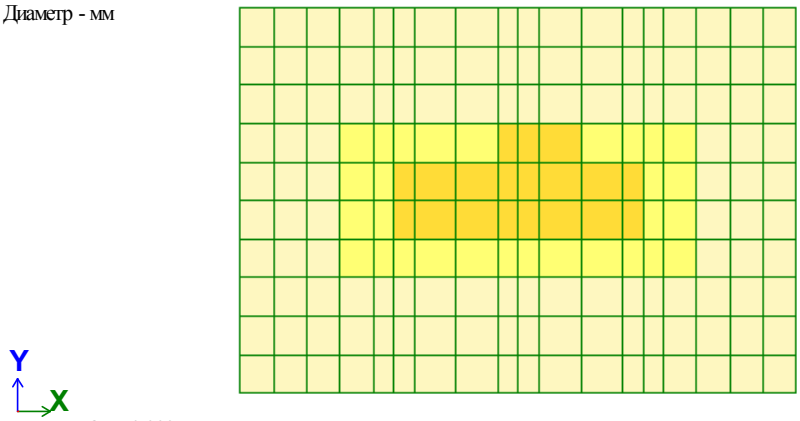


Вариант конструирования:РСН

Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)

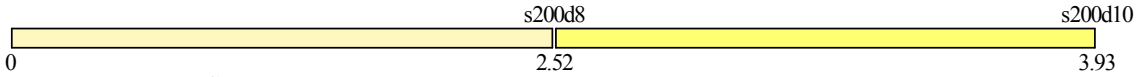
Единицы измерения - см2/1м

Шаг, Диаметр - мм

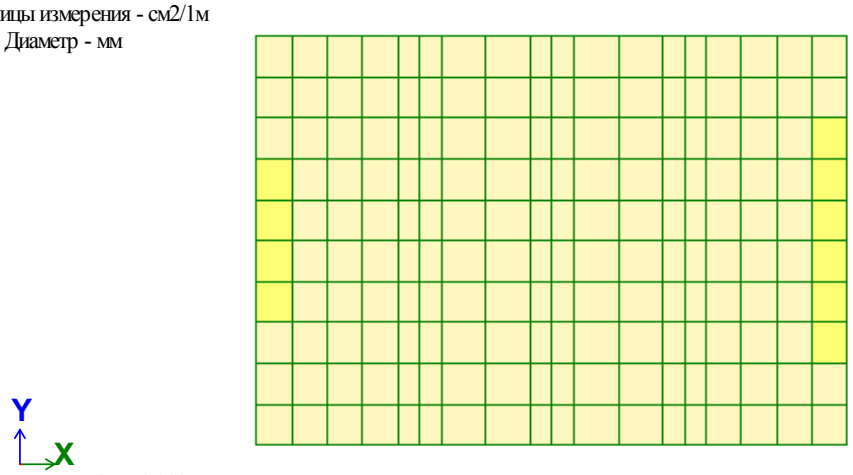


Отм. 0.000

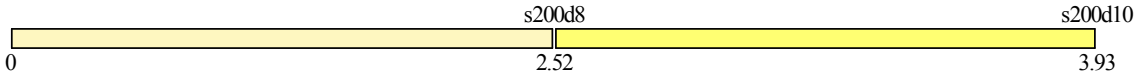
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 86



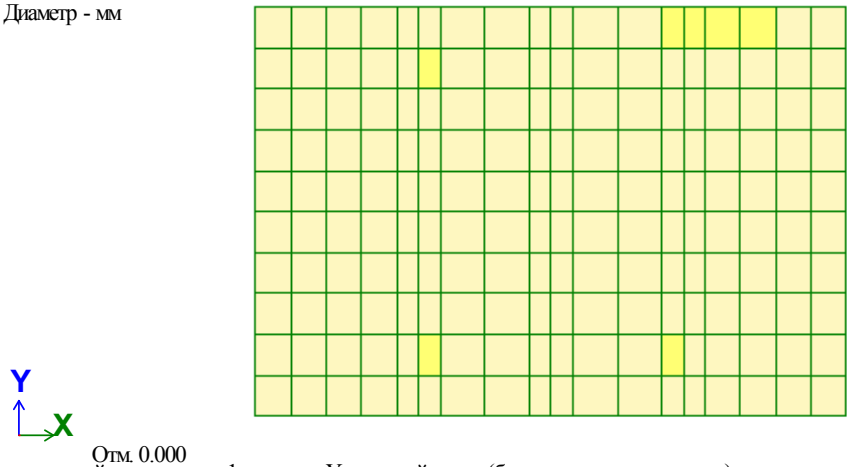
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Отм. 0.000
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 176

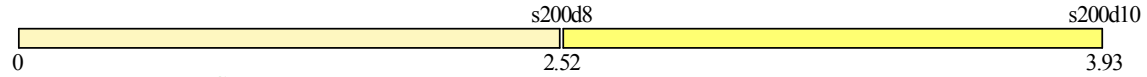


Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм

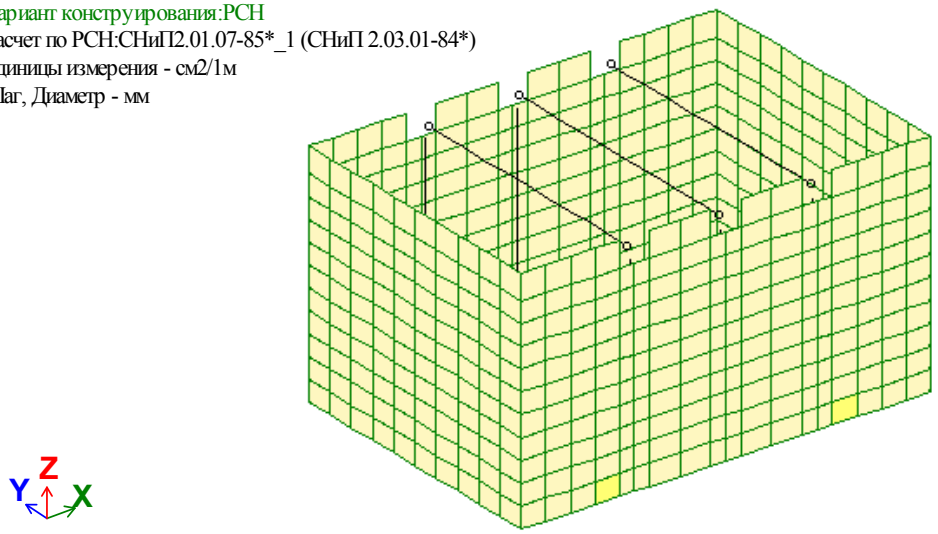


Отм. 0.000
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 122

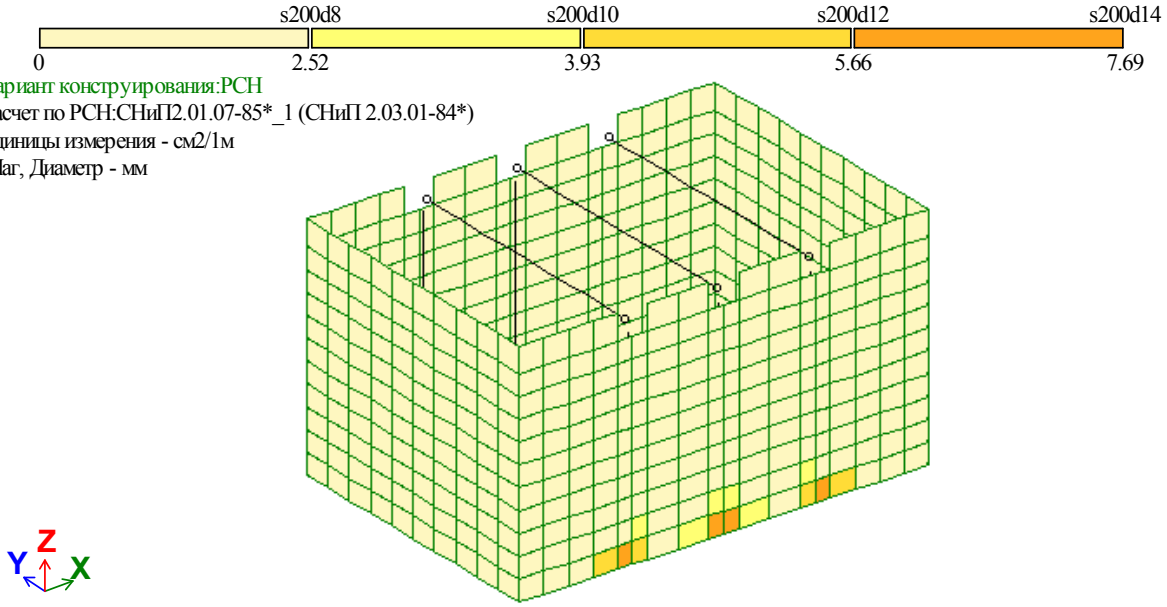
24.4.2. Армирование стен



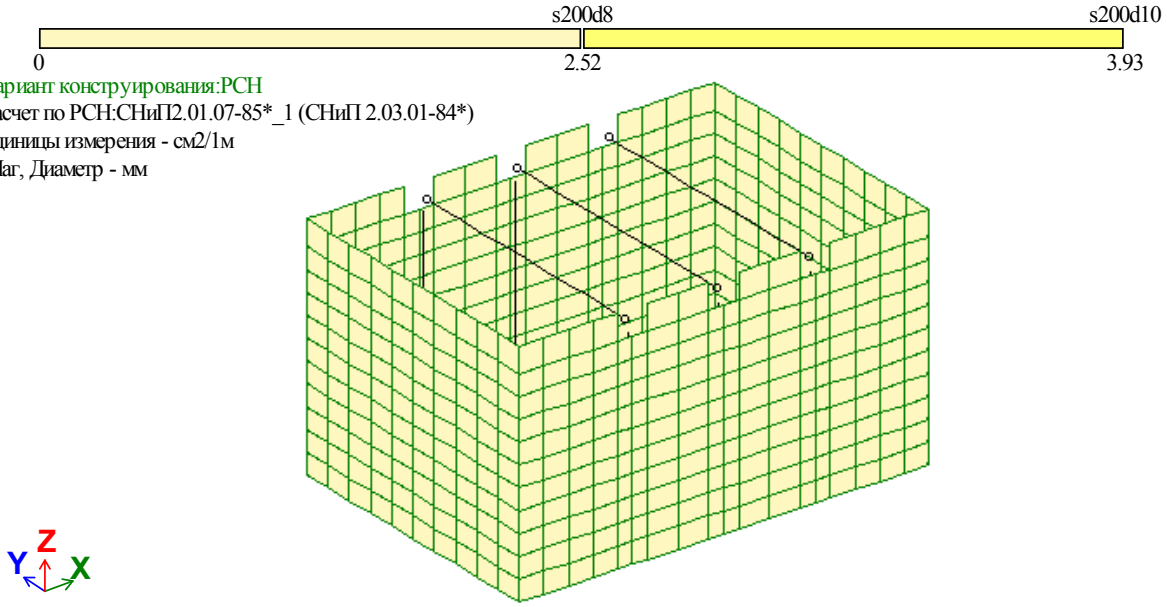
Вариант конструирования:РСН
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



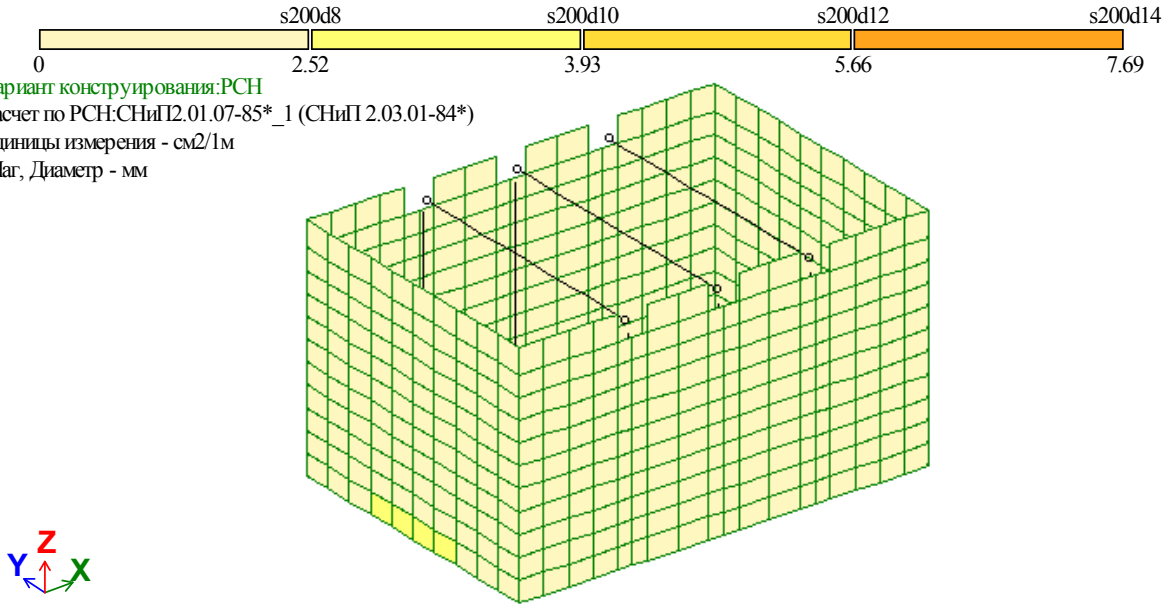
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 214



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 267



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 406



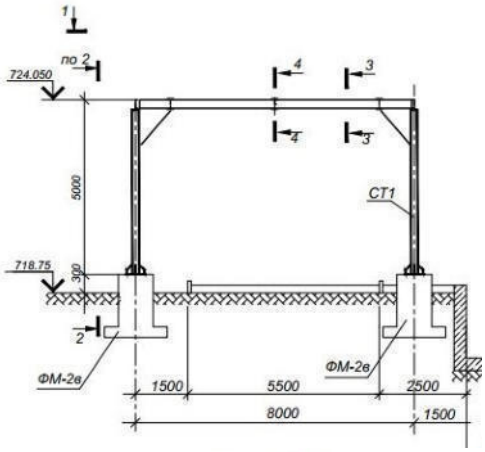
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 459

25. Расчет пролетного строения №1 (№2, №4, №8, №9, №10, №27, №29, №30, №33, №35, №38, №39, №47, №61)

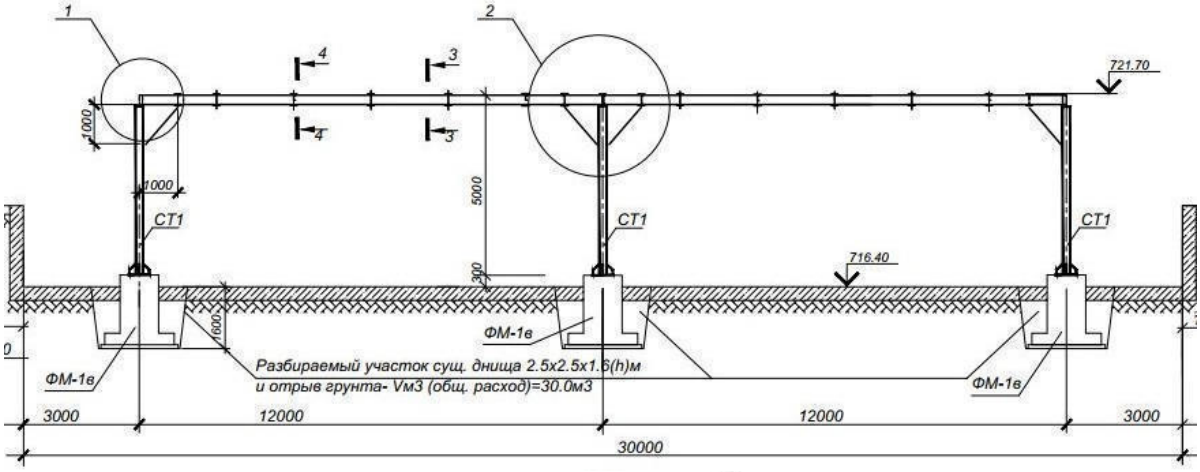
25.1. Конструктивная схема объекта

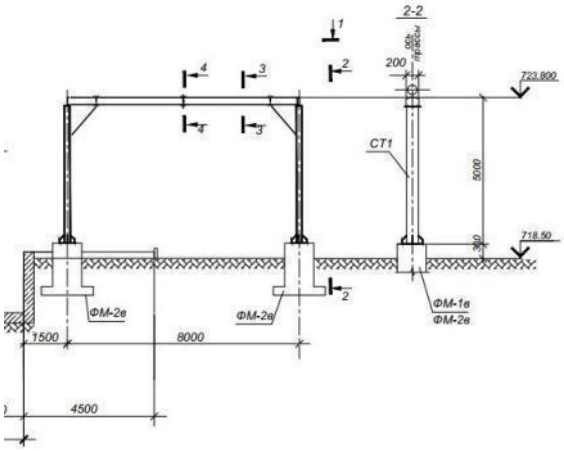
Объект расчета 4575-3-С11-КЖ.Р – это пролетное строение высотой h=5м, суммарной длиной L=49м.

Стойки пролетного строения из стальной трубы ф273х8. Балки прямоугольного сечения из двух швеллеров [24, с раздвижкой на 200мм, траверсы из швеллера [12. Для уменьшения прогиба балки в узлах сопряжения со стойками устроены подкосы таврового сечения из двух уголков L50х5.



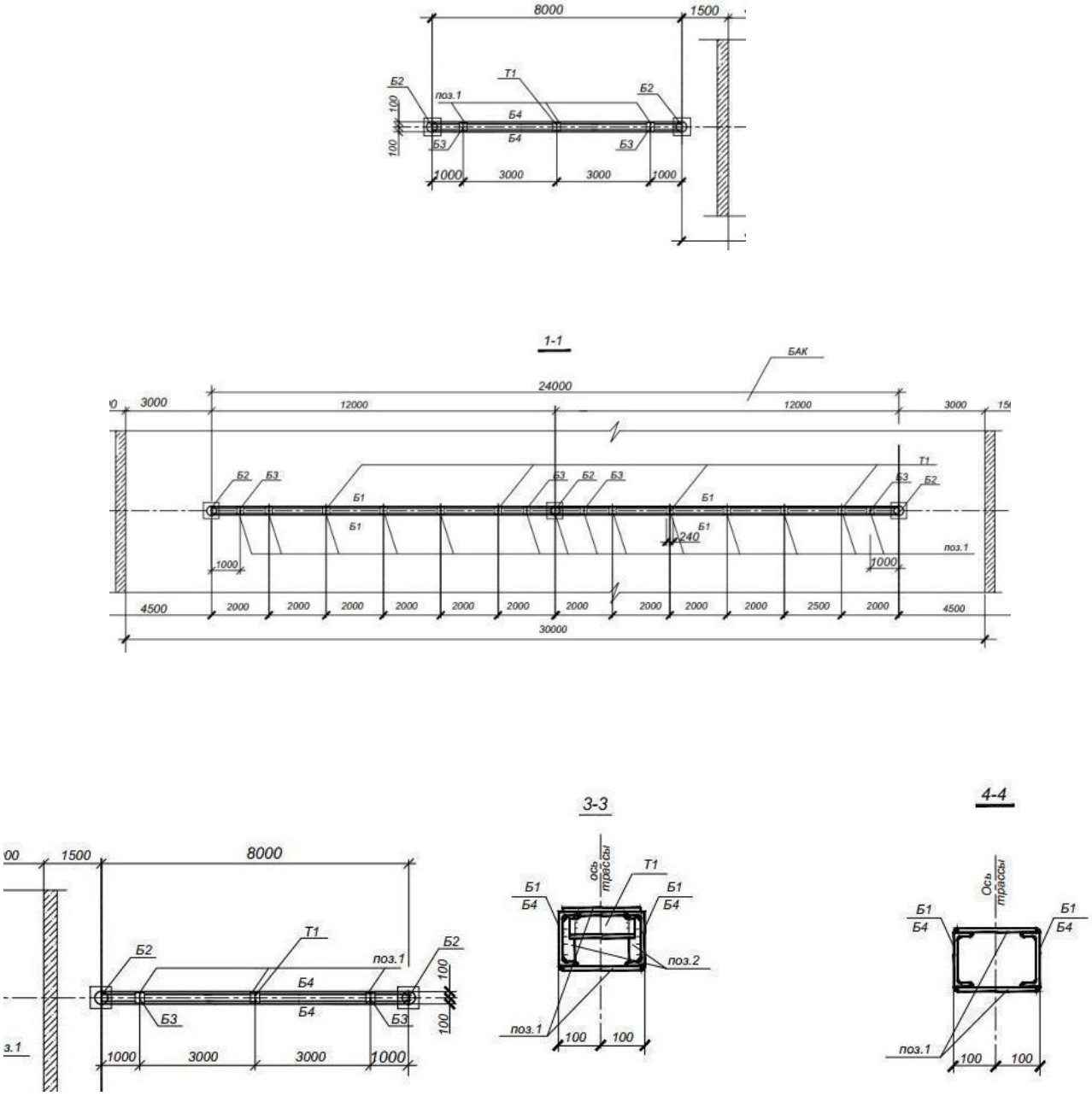
Переход №1





Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	59

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	4575-3-С11-КЖ.Р	Лист 73



25.2. Расчетная схема

25.2.1. Общая характеристика расчетной схемы

Расчет производился в пространственной постановке с упругими жесткостными характеристиками материалов на действие основных сочетаний нагрузок. Создание расчетной схемы и все расчеты производились с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2019

При создании конечно-элементной модели использовались следующие типы конечных элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ;

Тип 42. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки

25.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения

Объект расчета представлен системой конечных элементов, показанной на нижеследующих рисунках подраздела. Конечно-элементной схеме предшествует 3D-изображение, выполненное в ВИЗОР-САПР.

Опорные узлы представлены цветной палеткой из шести ячеек, где три верхних ячейки соответствуют X, Y, Z, а три нижних – UX, UY, UZ. Присутствие цвета в ячейке обозначает наложенную связь .

Моделирование абсолютно жестких тел (АЖТ) в узлах схемы, помечается оранжевым цветом узла.

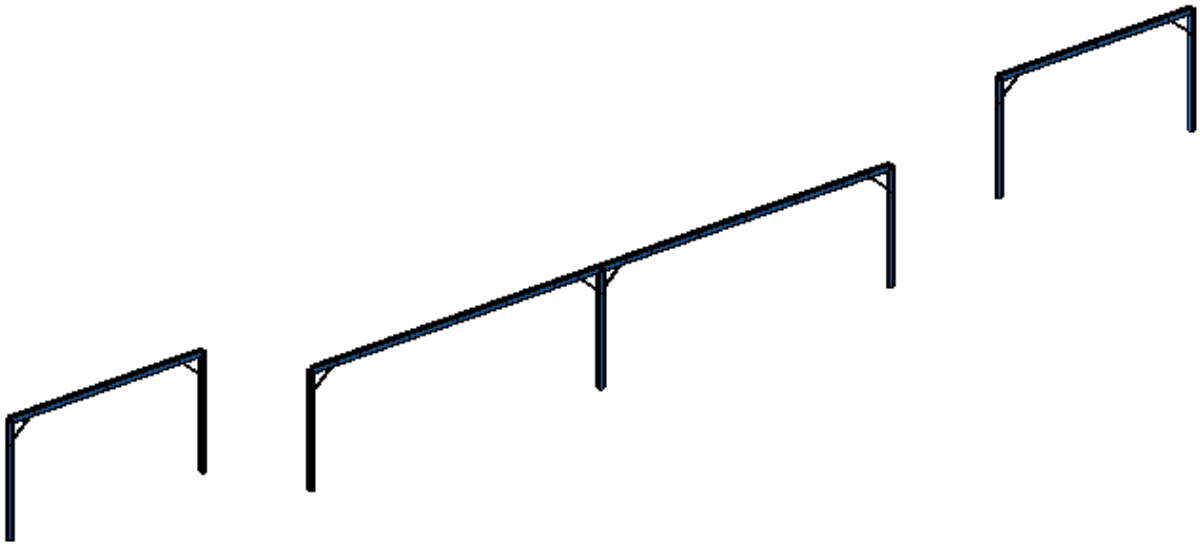
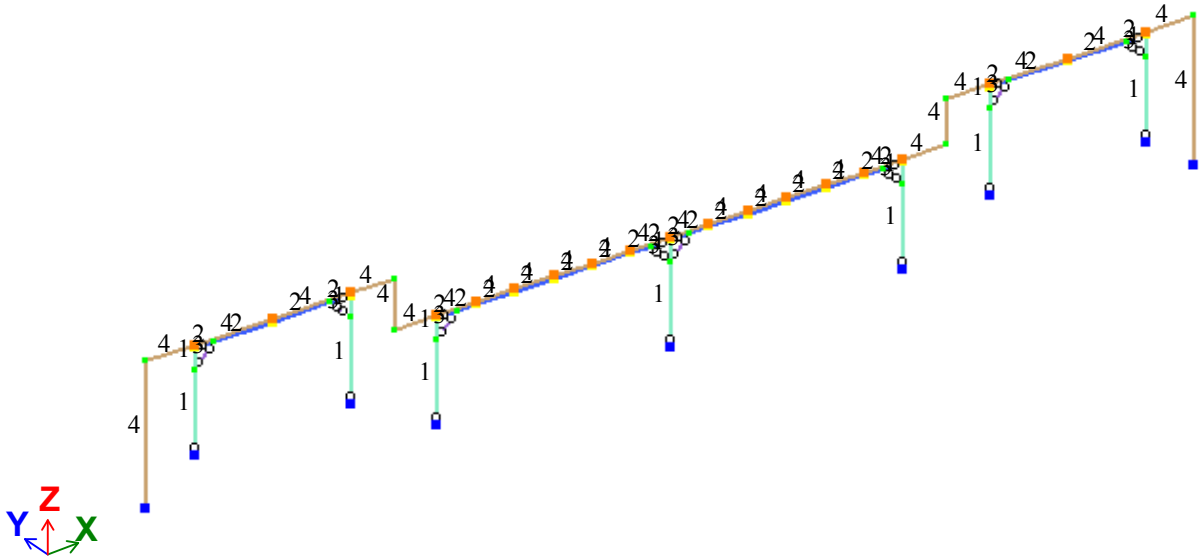


Рис 1. Общий вид 3D расчетной схемы (КЭ плит покрытия не показаны)



Список типов жесткостей

1. Труба 273 x 8 (СТ1)
2. Два швеллера (Б1-4)
24П, ветвь
3. Два уголка 50 x 50 x 5 (вс)
4. Труба 219 x 5 (стержни для нагрузок)

Рис 2. Общий вид расчетной схемы

25.2.3. Сбор нагрузок

№	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Нормативная нагрузка	$K_{нагр}$	$K_{отв}$	Расчетная нагрузка	Прим.[1]
1	2	3	4	5	6	7	8
Постоянные нагрузки							
1	Вес металлических конструкций каркаса, заданных в расчетную схему, определяется программно в зависимости от принятых сечений элементов, $K_{нагр}$=1.1						1
Временные длительные нагрузки							
2	**Нагрузка от технологических трубопроводов**						
	Технологическая	тс/м²	0.1	1.2	0.95	**0.114**	2
3	**Температурные технологические воздействия**						
	Сила трения (μ=0.3)	тс/м²	0.03	1.2	0.95	**0.0342**	3
Кратковременные нагрузки							
4	**Нагрузка от ветра (III район)**						
	Ветровая нагрузка	тс/м²	0.038	1.2	0.95	**0.04332**	4

1. В примечаниях (8) указан номер загружения для программного расчета.
2. Расчет приведен на последующих листах подраздела

25.2.4. Загружения и расчетные сочетания

№ загр.	Имя загр.	Вид	Зн. пер.	Вз. искл.	Коэф. над.	Доля д лит.	РСН1	РСН2	РСН3	РСН4	РСН5	РСН6
1	с.в.	Постоянная (П)	+	0	1.1	1	1	1	1	1	1	1
2	техн	Длительная (Д)	+	0	1.2	1	0	1	0	0	0	0
3	трение по оси	Длительная (Д)	+/-	0	1.2	1	0	0	1	0	-1	0
4	ветровая	Кратковременная (К)	+/-	0	1.4	0.35	0	0	0	1	0	-1

№ загр.	Имя загр.	Вид	Зн. пер.	Вз. искл.	Коэф. над.	Доля длит.	РСН7	РСН8	РСН9	РСН10
1	с.в.	Постоянная (П)	+	0	1.1	1	1	1	1	1
2	техн	Длительная (Д)	+	0	1.2	1	0.95	0.95	0.95	0.95
3	трение по оси	Длительная (Д)	+/-	0	1.2	1	0.95	0.95	-0.95	-0.95
4	ветровая	Кратковременная (К)	+/-	0	1.4	0.35	7	8	9	10

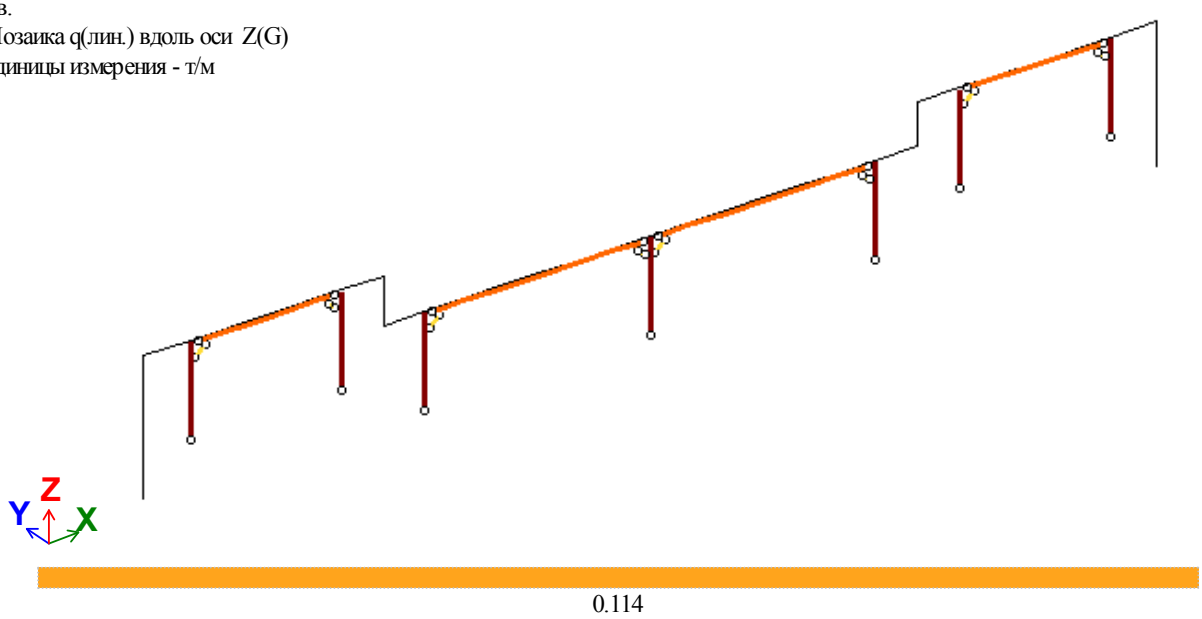
При выборе РСУ рассматриваются:

1-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение и одно, наиболее опасное, из временных (длительных или кратковременных) с коэффициентами сочетаний K_1=1.

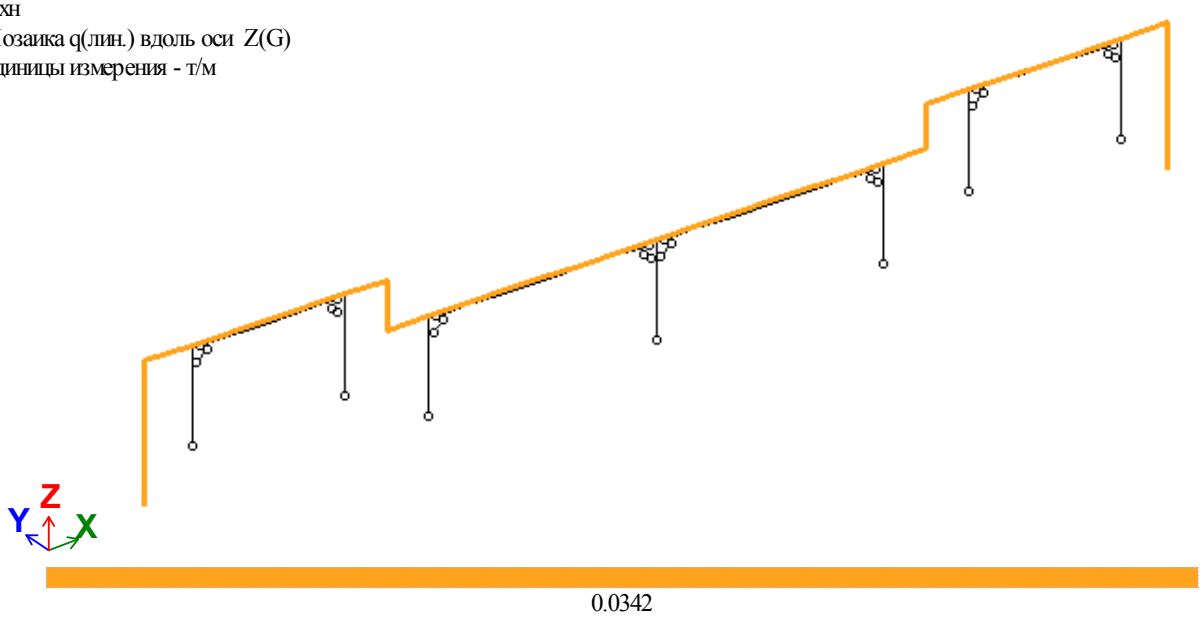
2-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение с коэффициентом K_2=1, все длительные загружения с коэффициентом K_2=0.95 и все кратковременные с коэффициентом K_2=0.9.

25.2.5. Цветовые мозаики заданных нагрузок

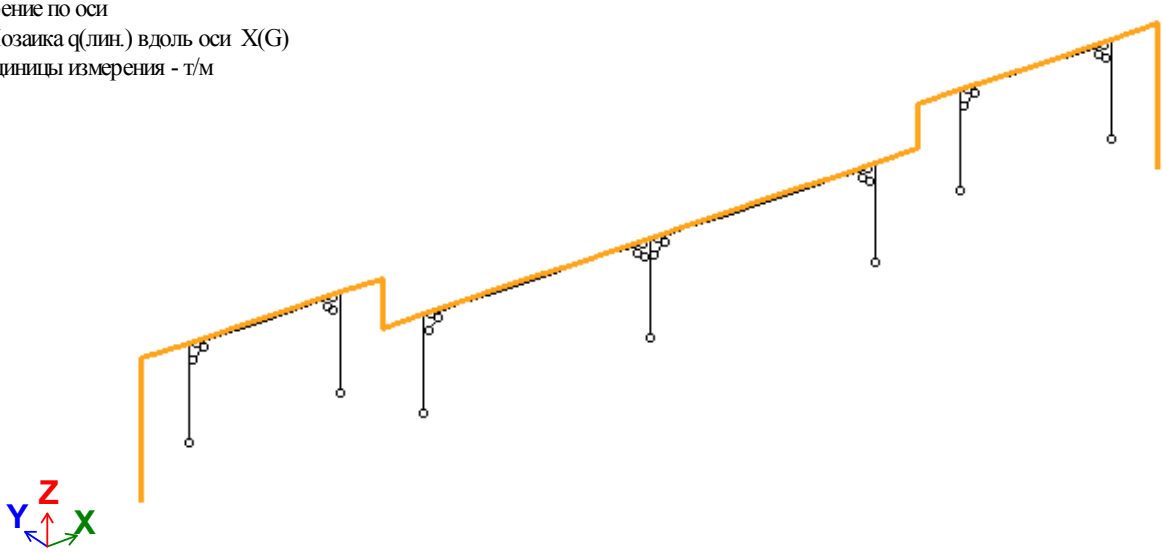
с.в.
Мозаика q(лин.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м



техн
Мозаика q(лин.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м

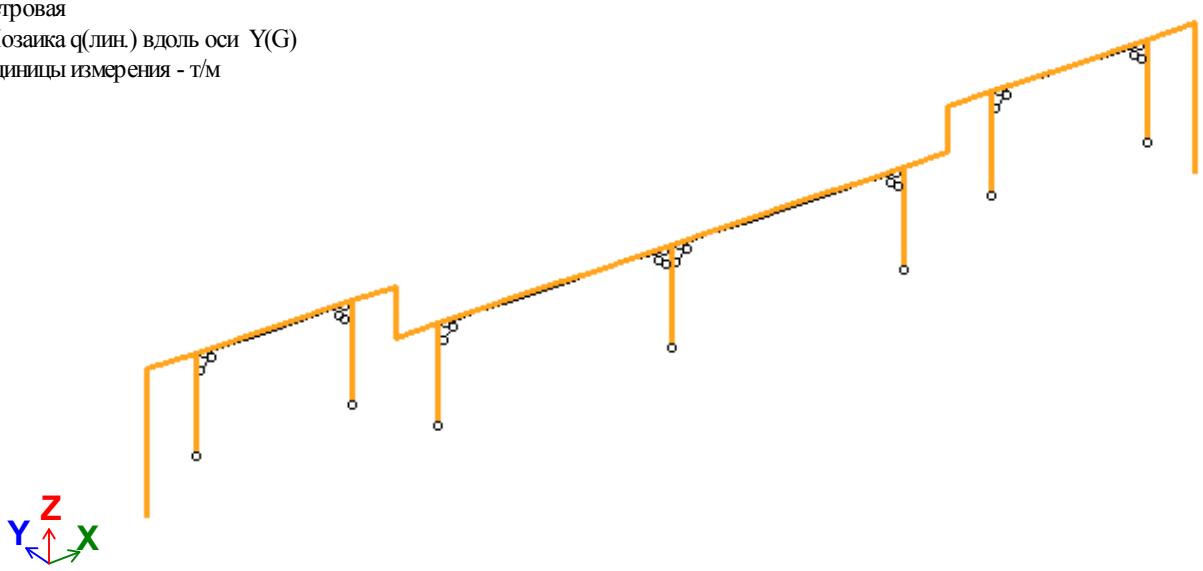


трение по оси
Мозаика q(лин.) вдоль оси X(G)
Единицы измерения - т/м



0.0433

ветровая
Мозаика q(лин.) вдоль оси Y(G)
Единицы измерения - т/м



25.3. Результаты расчета

25.3.1. Протокол расчета

GenuineIntel Intel(R) Core(TM) i5-3340 CPU @ 3.10GHz 4 cores 4 threads 4(1048576) L2 cache
Microsoft Windows 7 Professional RUS Service Pack 1 (SP v.1.0) 64-bit. Build 7601
Размер доступной физической памяти = 10494713344
16:25 Чтение исходных данных из файла D:\LiraData_2020\4575-3-пролетные_8+12+12+8.txt
16:25 Контроль исходных данных основной схемы
Количество узлов = 170 (из них количество неудаленных = 68)
Количество элементов = 130 (из них количество неудаленных = 72)
ОСНОВНАЯ СХЕМА
16:25 Оптимизация порядка неизвестных
Количество неизвестных = 240
РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ
16:25 Формирование матрицы жесткости
16:25 Формирование векторов нагрузок
16:25 Разложение матрицы жесткости
16:25 Вычисление неизвестных
16:25 Контроль решения
Формирование результатов
16:25 Формирование топологии
16:25 Формирование перемещений
16:25 Вычисление и формирование усилий в элементах
16:25 Вычисление и формирование реакций в элементах
16:25 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях
16:25 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях
Суммарные узловые нагрузки на основную схему:
Загружение 1 PX=0 PY=0 PZ=3.83444 PUX=0.111216 PUY=-4.57967e-016 PUZ=0 PW=0
Загружение 2 PX=0 PY=0 PZ=8.22282 PUX=0 PUY=7.21645e-016 PUZ=0 PW=0
Загружение 3 PX=2.46685 PY=0 PZ=0 PUX=0 PUY=4.16334e-017 PUZ=0 PW=0
Загружение 4 PX=0 PY=4.64087 PZ=0 PUX=-2.77556e-017 PUY=0 PUZ=-1.38778e-016 PW=0
Расчет успешно завершен
Затраченное время = 0 мин

25.3.2. Расчетные сочетания усилий в элементах схемы

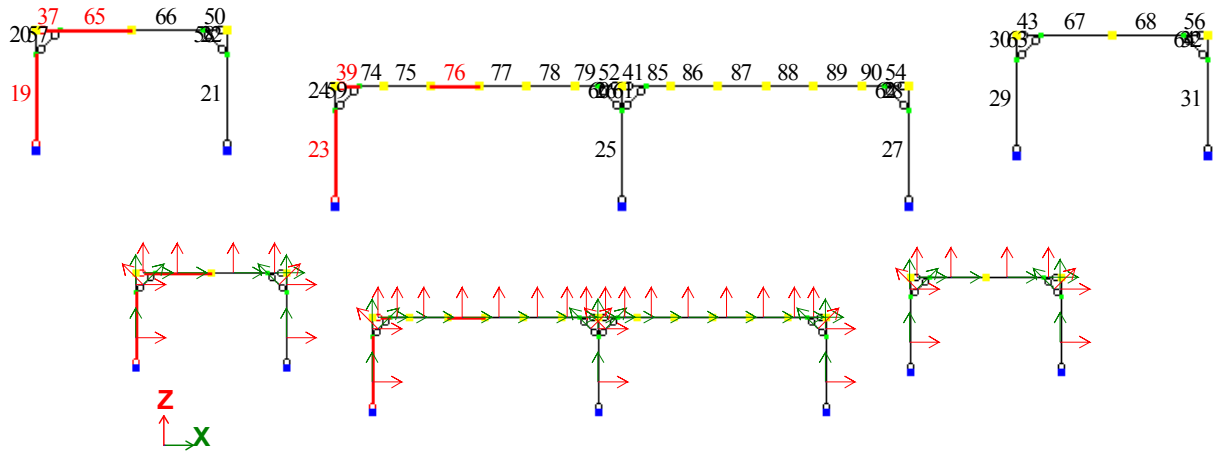


Рис 2.1. Номера элементов, местные оси стержней

Единицы измерения усилий: т

Единицы измерения моментов: т*м

Таблица РСУ

№ эл	№ сечен	№ столбца	Кран/ сейсм	Группа РСУ	Критерий	Усилия						№№ загруж
						N (т)	Mk (т*м)	My (т*м)	Qz (т)	Mz (т*м)	Qy (т)	
19	1	1	-	A1	1	-0.500766	0.004576	0	0.03289	2.255898	0.567039	1 -4
19	1	1	-	A1	2	-0.500766	-0.005251	0	0.03289	-2.237092	-0.567337	1 4
19	1	2	-	A1	13	-1.189399	0.004084	0	0.349687	2.031248	0.51032	1 2 3 -4
19	1	2	-	A1	14	-0.448942	-0.004759	0	-0.233284	-2.012443	-0.510618	1 -3 4
19	1	2	-	A1	15	-1.189399	-0.004759	0	0.349687	-2.012443	-0.510618	1 2 3 4
19	1	2	-	A1	16	-0.448942	0.004084	0	-0.233284	2.031248	0.51032	1 -3 -4
19	1	2	-	A1	18	-1.189399	-0.000337	0	0.349687	0.009403	-0.000149	1 2 3
19	1	1	-	A1	31	-0.446214	-0.000337	0	-0.247293	0.009403	-0.000149	1 -3
19	2	2	-	A1	1	-0.980354	0.004084	1.398749	0.349687	0.301871	0.354368	1 2 3 -4
19	2	2	-	A1	2	-0.239897	-0.004759	-0.933134	-0.233284	-0.281876	-0.354666	1 -3 4
19	2	2	-	A1	3	-0.980354	-0.004759	1.398749	0.349687	-0.281876	-0.354666	1 2 3 4
19	2	2	-	A1	4	-0.239897	0.004084	-0.933134	-0.233284	0.301871	0.354368	1 -3 -4
19	2	1	-	A1	9	-0.291722	0.004576	0.13156	0.03289	0.334302	0.393759	1 -4
19	2	1	-	A1	10	-0.291722	-0.005251	0.13156	0.03289	-0.314306	-0.394057	1 4
19	2	2	-	A1	18	-0.980354	-0.000337	1.398749	0.349687	0.009998	-0.000149	1 2 3
19	2	1	-	A1	20	-0.23717	-0.000337	-0.989171	-0.247293	0.009998	-0.000149	1 -3
23	1	1	-	A1	1	-0.542228	-0.274623	0	0.062281	2.13695	0.527385	1 -4
23	1	1	-	A1	2	-0.542228	0.268447	0	0.062281	-2.114027	-0.52933	1 4
23	1	2	-	A1	13	-1.64776	0.241294	0	0.407735	-1.901478	-0.476495	1 2 3 4
23	1	2	-	A1	14	-0.449843	-0.247469	0	-0.181745	1.924401	0.47455	1 -3 -4
23	1	2	-	A1	15	-1.64776	-0.247469	0	0.407735	1.924401	0.47455	1 2 3 -4
23	1	2	-	A1	16	-0.449843	0.241294	0	-0.181745	-1.901478	-0.476495	1 -3 4
23	1	2	-	A1	18	-1.64776	-0.003088	0	0.407735	0.011462	-0.000973	1 2 3
23	1	1	-	A1	31	-0.444981	-0.003088	0	-0.194589	0.011462	-0.000973	1 -3
23	2	2	-	A1	1	-1.438716	-0.247469	1.630938	0.407735	0.338107	0.318597	1 2 3 -4
23	2	2	-	A1	2	-0.240799	0.241294	-0.726982	-0.181745	-0.307403	-0.320543	1 -3 4
23	2	2	-	A1	3	-1.438716	0.241294	1.630938	0.407735	-0.307403	-0.320543	1 2 3 4
23	2	2	-	A1	4	-0.240799	-0.247469	-0.726982	-0.181745	0.338107	0.318597	1 -3 -4
23	2	1	-	A1	9	-0.333184	0.268447	0.249122	0.062281	-0.343265	-0.35605	1 4
23	2	1	-	A1	10	-0.333184	-0.274623	0.249122	0.062281	0.373969	0.354105	1 -4
23	2	2	-	A1	18	-1.438716	-0.003088	1.630938	0.407735	0.015352	-0.000973	1 2 3
23	2	1	-	A1	20	-0.235937	-0.003088	-0.778356	-0.194589	0.015352	-0.000973	1 -3
37	1	2	-	A1	1	0.980279	0.001764	0	0.464076	0.12785	0.038229	1 2 -3 4
37	1	1	-	A1	2	0.346176	0.00173	0	-0.033967	-0.146898	-0.057662	1 -4
37	1	2	-	A1	3	0.980279	0.001732	0	0.464076	-0.132438	-0.052615	1 2 -3 -4
37	1	1	-	A1	4	0.346176	0.001766	0	-0.033967	0.14231	0.043275	1 4
37	1	1	-	A1	13	0.435416	0.001748	0	0.622561	-0.002294	-0.007193	1 -3
37	1	2	-	A1	14	0.810723	0.001732	0	-0.783327	-0.132438	-0.052615	1 2 3 -4
37	1	2	-	A1	16	0.810723	0.001764	0	-0.783327	0.12785	0.038229	1 2 3 4
37	1	2	-	A1	17	0.980279	0.001748	0	0.464076	-0.002294	-0.007193	1 2 -3
37	1	1	-	A1	34	0.256936	0.001748	0	-0.690494	-0.002294	-0.007193	1 3
37	1	2	-	A1	42	0.810723	0.001748	0	-0.783327	-0.002294	-0.007193	1 2 3
37	2	2	-	A1	1	0.980279	0.001069	0.114519	0.452076	0.118293	0.038229	1 2 -3 4
37	2	2	-	A1	2	0.261398	0.001037	-0.165917	-0.669668	-0.119284	-0.052615	1 3 -4
37	2	2	-	A1	3	0.980279	0.001037	0.114519	0.452076	-0.119284	-0.052615	1 2 -3 -4

37	2	2	–	A1	4	0.261398	0.001069	–0.165917	–0.669668	0.118293	0.038229	1 3 4
37	2	2	–	A1	5	0.810723	0.001037	–0.197332	–0.795327	–0.119284	–0.052615	1 2 3 –4
37	2	2	–	A1	6	0.430954	0.001069	0.145934	0.577735	0.118293	0.038229	1 –3 4
37	2	2	–	A1	7	0.810723	0.001069	–0.197332	–0.795327	0.118293	0.038229	1 2 3 4
37	2	2	–	A1	8	0.430954	0.001037	0.145934	0.577735	–0.119284	–0.052615	1 –3 –4
37	2	1	–	A1	9	0.346176	0.00107	–0.009992	–0.045967	0.131492	0.043275	1 4
37	2	1	–	A1	10	0.346176	0.001035	–0.009992	–0.045967	–0.132483	–0.057662	1 –4
37	2	1	–	A1	13	0.435416	0.001053	0.15414	0.610561	–0.000496	–0.007193	1 –3
37	2	2	–	A1	17	0.980279	0.001053	0.114519	0.452076	–0.000496	–0.007193	1 2 –3
37	2	1	–	A1	20	0.256936	0.001053	–0.174124	–0.702494	–0.000496	–0.007193	1 3
37	2	2	–	A1	21	0.810723	0.001053	–0.197332	–0.795327	–0.000496	–0.007193	1 2 3
37	3	2	–	A1	1	0.430954	0.000374	0.288867	0.565735	0.108736	0.038229	1 –3 4
37	3	2	–	A1	2	0.810723	0.000342	–0.397663	–0.807327	–0.10613	–0.052615	1 2 3 –4
37	3	2	–	A1	3	0.430954	0.000342	0.288867	0.565735	–0.10613	–0.052615	1 –3 –4
37	3	2	–	A1	4	0.810723	0.000374	–0.397663	–0.807327	0.108736	0.038229	1 2 3 4
37	3	1	–	A1	9	0.346176	0.000375	–0.022983	–0.057967	0.120673	0.043275	1 4
37	3	1	–	A1	10	0.346176	0.00034	–0.022983	–0.057967	–0.118067	–0.057662	1 –4
37	3	1	–	A1	13	0.435416	0.000358	0.305281	0.598561	0.001303	–0.007193	1 –3
37	3	2	–	A1	17	0.980279	0.000358	0.226038	0.440076	0.001303	–0.007193	1 2 –3
37	3	2	–	A1	20	0.810723	0.000358	–0.397663	–0.807327	0.001303	–0.007193	1 2 3
37	3	2	–	A1	23	0.980279	0.000374	0.226038	0.440076	0.108736	0.038229	1 2 –3 4
37	3	2	–	A1	25	0.980279	0.000342	0.226038	0.440076	–0.10613	–0.052615	1 2 –3 –4
37	3	1	–	A1	34	0.256936	0.000358	–0.351247	–0.714494	0.001303	–0.007193	1 3
37	4	2	–	A1	1	0.430954	–0.000322	0.428801	0.553735	0.099179	0.038229	1 –3 4
37	4	2	–	A1	2	0.810723	–0.000353	–0.600995	–0.819327	–0.092977	–0.052615	1 2 3 –4
37	4	2	–	A1	3	0.430954	–0.000353	0.428801	0.553735	–0.092977	–0.052615	1 –3 –4
37	4	2	–	A1	4	0.810723	–0.000322	–0.600995	–0.819327	0.099179	0.038229	1 2 3 4
37	4	1	–	A1	9	0.346176	–0.00032	–0.038975	–0.069967	0.109854	0.043275	1 4
37	4	1	–	A1	10	0.346176	–0.000355	–0.038975	–0.069967	–0.103652	–0.057662	1 –4
37	4	1	–	A1	13	0.435416	–0.000337	0.453421	0.586561	0.003101	–0.007193	1 –3
37	4	2	–	A1	17	0.980279	–0.000337	0.334557	0.428076	0.003101	–0.007193	1 2 –3
37	4	2	–	A1	20	0.810723	–0.000337	–0.600995	–0.819327	0.003101	–0.007193	1 2 3
37	4	2	–	A1	23	0.980279	–0.000322	0.334557	0.428076	0.099179	0.038229	1 2 –3 4
37	4	2	–	A1	25	0.980279	–0.000353	0.334557	0.428076	–0.092977	–0.052615	1 2 –3 –4
37	4	1	–	A1	34	0.256936	–0.000337	–0.531371	–0.726494	0.003101	–0.007193	1 3
37	5	2	–	A1	1	0.430954	–0.001017	0.565735	0.541735	0.089621	0.038229	1 –3 4
37	5	2	–	A1	2	0.810723	–0.001048	–0.807327	–0.831327	–0.079823	–0.052615	1 2 3 –4
37	5	2	–	A1	3	0.430954	–0.001048	0.565735	0.541735	–0.079823	–0.052615	1 –3 –4
37	5	2	–	A1	4	0.810723	–0.001017	–0.807327	–0.831327	0.089621	0.038229	1 2 3 4
37	5	1	–	A1	9	0.346176	–0.001015	–0.057967	–0.081967	0.099035	0.043275	1 4
37	5	1	–	A1	10	0.346176	–0.00105	–0.057967	–0.081967	–0.089237	–0.057662	1 –4
37	5	1	–	A1	13	0.435416	–0.001033	0.598561	0.574561	0.004899	–0.007193	1 –3
37	5	2	–	A1	17	0.980279	–0.001033	0.440076	0.416076	0.004899	–0.007193	1 2 –3
37	5	2	–	A1	20	0.810723	–0.001033	–0.807327	–0.831327	0.004899	–0.007193	1 2 3
37	5	2	–	A1	23	0.980279	–0.001017	0.440076	0.416076	0.089621	0.038229	1 2 –3 4
37	5	2	–	A1	25	0.980279	–0.001048	0.440076	0.416076	–0.079823	–0.052615	1 2 –3 –4
37	5	1	–	A1	34	0.256936	–0.001033	–0.714494	–0.738494	0.004899	–0.007193	1 3
39	1	2	–	A1	1	0.622969	0.001423	0	0.510719	0.150567	0.09798	1 –3 4
39	1	2	–	A1	2	–0.68732	0.00171	0	–0.986806	–0.145332	–0.097303	1 2 3 –4
39	1	2	–	A1	3	0.622969	0.00171	0	0.510719	–0.145332	–0.097303	1 –3 –4
39	1	2	–	A1	4	–0.68732	0.001423	0	–0.986806	0.150567	0.09798	1 2 3 4
39	1	1	–	A1	9	0.086452	0.001407	0	–0.07727	0.167006	0.108829	1 4
39	1	1	–	A1	10	0.086452	0.001726	0	–0.07727	–0.16177	–0.108152	1 –4
39	1	1	–	A1	13	0.651206	0.001567	0	0.541666	0.002618	0.000338	1 –3
39	1	2	–	A1	18	–0.68732	0.001567	0	–0.986806	0.002618	0.000338	1 2 3
39	2	2	–	A1	1	0.622969	0.000728	0.12618	0.498719	0.126072	0.09798	1 –3 4
39	2	2	–	A1	2	–0.68732	0.001015	–0.248202	–0.998806	–0.121006	–0.097303	1 2 3 –4
39	2	2	–	A1	3	0.622969	0.001015	0.12618	0.498719	–0.121006	–0.097303	1 –3 –4
39	2	2	–	A1	4	–0.68732	0.000728	–0.248202	–0.998806	0.126072	0.09798	1 2 3 4
39	2	1	–	A1	9	0.086452	0.000712	–0.020817	–0.08927	0.139799	0.108829	1 4
39	2	1	–	A1	10	0.086452	0.001031	–0.020817	–0.08927	–0.134732	–0.108152	1 –4
39	2	1	–	A1	13	0.651206	0.000872	0.133916	0.529666	0.002533	0.000338	1 –3
39	2	2	–	A1	18	–0.68732	0.000872	–0.248202	–0.998806	0.002533	0.000338	1 2 3
39	3	2	–	A1	1	0.622969	3.3E–005	0.24936	0.486719	0.101577	0.09798	1 –3 4
39	3	2	–	A1	2	–0.68732	0.00032	–0.499403	–1.010806	–0.09668	–0.097303	1 2 3 –4
39	3	2	–	A1	3	0.622969	0.00032	0.24936	0.486719	–0.09668	–0.097303	1 –3 –4
39	3	2	–	A1	4	–0.68732	3.3E–005	–0.499403	–1.010806	0.101577	0.09798	1 2 3 4
39	3	1	–	A1	9	0.086452	1.7E–005	–0.044635	–0.10127	0.112592	0.108829	1 4
39	3	1	–	A1	10	0.086452	0.000336	–0.044635	–0.10127	–0.107694	–0.108152	1 –4
39	3	1	–	A1	13	0.651206	0.000176	0.264833	0.517666	0.002449	0.000338	1 –3
39	3	2	–	A1	18	–0.68732	0.000176	–0.499403	–1.010806	0.002449	0.000338	1 2 3
39	4	2	–	A1	1	0.622969	–0.000663	0.369539	0.474719	0.077083	0.09798	1 –3 4

39	4	2	–	A1	2	–0.68732	–0.000375	–0.753605	–1.022806	–0.072354	–0.097303	1 2 3 –4
39	4	2	–	A1	3	0.622969	–0.000375	0.369539	0.474719	–0.072354	–0.097303	1 –3 –4
39	4	2	–	A1	4	–0.68732	–0.000663	–0.753605	–1.022806	0.077083	0.09798	1 2 3 4
39	4	1	–	A1	9	0.086452	–0.000678	–0.071452	–0.11327	0.085385	0.108829	1 4
39	4	1	–	A1	10	0.086452	–0.000359	–0.071452	–0.11327	–0.080656	–0.108152	1 –4
39	4	1	–	A1	13	0.651206	–0.000519	0.392749	0.505666	0.002364	0.000338	1 –3
39	4	2	–	A1	18	–0.68732	–0.000519	–0.753605	–1.022806	0.002364	0.000338	1 2 3
39	5	2	–	A1	1	0.622969	–0.001358	0.486719	0.462719	0.052588	0.09798	1 –3 4
39	5	2	–	A1	2	–0.68732	–0.00107	–1.010806	–1.034806	–0.048029	–0.097303	1 2 3 –4
39	5	2	–	A1	3	0.622969	–0.00107	0.486719	0.462719	–0.048029	–0.097303	1 –3 –4
39	5	2	–	A1	4	–0.68732	–0.001358	–1.010806	–1.034806	0.052588	0.09798	1 2 3 4
39	5	1	–	A1	9	0.086452	–0.001374	–0.10127	–0.12527	0.058177	0.108829	1 4
39	5	1	–	A1	10	0.086452	–0.001054	–0.10127	–0.12527	–0.053618	–0.108152	1 –4
39	5	1	–	A1	13	0.651206	–0.001214	0.517666	0.493666	0.00228	0.000338	1 –3
39	5	2	–	A1	18	–0.68732	–0.001214	–1.010806	–1.034806	0.00228	0.000338	1 2 3
65	1	2	–	A1	1	1.100003	0.003965	0.565735	–0.132645	0.084657	0.047375	1 –3 4
65	1	2	–	A1	2	–0.585128	0.004187	–0.807327	0.559192	–0.085046	–0.046638	1 2 3 –4
65	1	2	–	A1	3	1.100003	0.004187	0.565735	–0.132645	–0.085046	–0.046638	1 –3 –4
65	1	2	–	A1	4	–0.585128	0.003965	–0.807327	0.559192	0.084657	0.047375	1 2 3 4
65	1	1	–	A1	9	0.127086	0.003952	–0.057967	0.131792	0.094085	0.052598	1 4
65	1	1	–	A1	10	0.127086	0.0042	–0.057967	0.131792	–0.094474	–0.051861	1 –4
65	1	1	–	A1	14	1.151209	0.004076	0.598561	–0.146563	–0.000195	0.000369	1 –3
65	1	2	–	A1	17	1.360706	0.004076	0.440076	0.030317	–0.000195	0.000369	1 2 –3
65	1	1	–	A1	18	–0.897038	0.004076	–0.714494	0.410148	–0.000195	0.000369	1 3
65	1	2	–	A1	20	–0.585128	0.004076	–0.807327	0.559192	–0.000195	0.000369	1 2 3
65	1	2	–	A1	23	1.360706	0.003965	0.440076	0.030317	0.084657	0.047375	1 2 –3 4
65	1	2	–	A1	24	–0.845831	0.004187	–0.681668	0.39623	–0.085046	–0.046638	1 3 –4
65	1	2	–	A1	25	1.360706	0.004187	0.440076	0.030317	–0.085046	–0.046638	1 2 –3 –4
65	1	2	–	A1	26	–0.845831	0.003965	–0.681668	0.39623	0.084657	0.047375	1 3 4
65	2	2	–	A1	1	1.360706	0.001879	0.449313	–0.005683	0.049125	0.047375	1 2 –3 4
65	2	2	–	A1	2	–0.845831	0.002102	–0.397996	0.36023	–0.050068	–0.046638	1 3 –4
65	2	2	–	A1	3	1.360706	0.002102	0.449313	–0.005683	–0.050068	–0.046638	1 2 –3 –4
65	2	2	–	A1	4	–0.845831	0.001879	–0.397996	0.36023	0.049125	0.047375	1 3 4
65	2	2	–	A1	5	–0.585128	0.002102	–0.401433	0.523192	–0.050068	–0.046638	1 2 3 –4
65	2	2	–	A1	6	1.100003	0.001879	0.452751	–0.168645	0.049125	0.047375	1 –3 4
65	2	2	–	A1	7	–0.585128	0.001879	–0.401433	0.523192	0.049125	0.047375	1 2 3 4
65	2	2	–	A1	8	1.100003	0.002102	0.452751	–0.168645	–0.050068	–0.046638	1 –3 –4
65	2	1	–	A1	9	0.127086	0.001867	0.027378	0.095792	0.054636	0.052598	1 4
65	2	1	–	A1	10	0.127086	0.002114	0.027378	0.095792	–0.055579	–0.051861	1 –4
65	2	1	–	A1	14	1.151209	0.001991	0.475139	–0.182563	–0.000471	0.000369	1 –3
65	2	2	–	A1	17	1.360706	0.001991	0.449313	–0.005683	–0.000471	0.000369	1 2 –3
65	2	1	–	A1	18	–0.897038	0.001991	–0.420384	0.374148	–0.000471	0.000369	1 3
65	2	2	–	A1	21	–0.585128	0.001991	–0.401433	0.523192	–0.000471	0.000369	1 2 3
65	3	2	–	A1	1	1.360706	–0.000206	0.431551	–0.041683	0.013594	0.047375	1 2 –3 4
65	3	2	–	A1	2	–0.845831	1.7E–005	–0.141323	0.32423	–0.015089	–0.046638	1 3 –4
65	3	2	–	A1	3	1.360706	1.7E–005	0.431551	–0.041683	–0.015089	–0.046638	1 2 –3 –4
65	3	2	–	A1	4	–0.845831	–0.000206	–0.141323	0.32423	0.013594	0.047375	1 3 4
65	3	1	–	A1	9	0.127086	–0.000218	0.085722	0.059792	0.015187	0.052598	1 4
65	3	1	–	A1	10	0.127086	2.9E–005	0.085722	0.059792	–0.016683	–0.051861	1 –4
65	3	2	–	A1	13	–0.585128	1.7E–005	–0.022539	0.487192	–0.015089	–0.046638	1 2 3 –4
65	3	1	–	A1	14	1.151209	–9.5E–005	0.324716	–0.218563	–0.000748	0.000369	1 –3
65	3	2	–	A1	15	–0.585128	–0.000206	–0.022539	0.487192	0.013594	0.047375	1 2 3 4
65	3	2	–	A1	17	1.360706	–9.5E–005	0.431551	–0.041683	–0.000748	0.000369	1 2 –3
65	3	1	–	A1	18	–0.897038	–9.5E–005	–0.153273	0.338148	–0.000748	0.000369	1 3
65	3	2	–	A1	41	–0.585128	–9.5E–005	–0.022539	0.487192	–0.000748	0.000369	1 2 3
65	4	2	–	A1	1	1.360706	–0.002069	0.386789	–0.077683	0.019889	–0.046638	1 2 –3 –4
65	4	2	–	A1	2	–0.845831	–0.002291	0.088349	0.28823	–0.021938	0.047375	1 3 4
65	4	2	–	A1	3	1.360706	–0.002291	0.386789	–0.077683	–0.021938	0.047375	1 2 –3 4
65	4	2	–	A1	4	–0.845831	–0.002069	0.088349	0.28823	0.019889	–0.046638	1 3 –4
65	4	2	–	A1	6	–0.585128	–0.002069	0.329356	0.451192	0.019889	–0.046638	1 2 3 –4
65	4	2	–	A1	8	–0.585128	–0.002291	0.329356	0.451192	–0.021938	0.047375	1 2 3 4
65	4	1	–	A1	9	0.127086	–0.002303	0.117066	0.023792	–0.024261	0.052598	1 4
65	4	1	–	A1	10	0.127086	–0.002056	0.117066	0.023792	0.022213	–0.051861	1 –4
65	4	1	–	A1	14	1.151209	–0.00218	0.147294	–0.254563	–0.001024	0.000369	1 –3
65	4	2	–	A1	17	1.360706	–0.00218	0.386789	–0.077683	–0.001024	0.000369	1 2 –3
65	4	1	–	A1	18	–0.897038	–0.00218	0.086838	0.302148	–0.001024	0.000369	1 3
65	4	2	–	A1	22	–0.585128	–0.00218	0.329356	0.451192	–0.001024	0.000369	1 2 3
65	5	2	–	A1	1	–0.585128	–0.004154	0.65425	0.415192	0.054868	–0.046638	1 2 3 –4
65	5	2	–	A1	2	1.100003	–0.004376	–0.048202	–0.276645	–0.057469	0.047375	1 –3 4
65	5	2	–	A1	3	–0.585128	–0.004376	0.65425	0.415192	–0.057469	0.047375	1 2 3 4
65	5	2	–	A1	4	1.100003	–0.004154	–0.048202	–0.276645	0.054868	–0.046638	1 –3 –4
65	5	1	–	A1	9	0.127086	–0.004389	0.12141	–0.012208	–0.06371	0.052598	1 4

65	5	1	–	A1	10	0.127086	–0.004141	0.12141	–0.012208	0.061109	–0.051861	1 –4
65	5	1	–	A1	14	1.151209	–0.004265	–0.057128	–0.290563	–0.001301	0.000369	1 –3
65	5	2	–	A1	17	1.360706	–0.004265	0.315027	–0.113683	–0.001301	0.000369	1 2 –3
65	5	1	–	A1	18	–0.897038	–0.004265	0.299949	0.266148	–0.001301	0.000369	1 3
65	5	2	–	A1	19	–0.585128	–0.004265	0.65425	0.415192	–0.001301	0.000369	1 2 3
65	5	2	–	A1	23	1.360706	–0.004154	0.315027	–0.113683	0.054868	–0.046638	1 2 –3 –4
65	5	2	–	A1	24	–0.845831	–0.004376	0.291022	0.25223	–0.057469	0.047375	1 3 4
65	5	2	–	A1	25	1.360706	–0.004376	0.315027	–0.113683	–0.057469	0.047375	1 2 –3 4
65	5	2	–	A1	26	–0.845831	–0.004154	0.291022	0.25223	0.054868	–0.046638	1 3 –4
76	1	2	–	A1	1	2.698359	0.002994	0.660459	–0.008113	0.229049	–0.001517	1 2 –3 –4
76	1	2	–	A1	2	0.132055	0.002599	–0.099219	0.17692	–0.225237	0.003644	1 3 4
76	1	2	–	A1	3	2.698359	0.002599	0.660459	–0.008113	–0.225237	0.003644	1 2 –3 4
76	1	2	–	A1	4	0.132055	0.002994	–0.099219	0.17692	0.229049	–0.001517	1 3 –4
76	1	1	–	A1	9	0.700117	0.002577	0.136306	0.060828	–0.250475	0.00393	1 4
76	1	1	–	A1	12	0.700117	0.003016	0.136306	0.060828	0.254287	–0.001804	1 –4
76	1	2	–	A1	13	1.562234	0.002994	0.189407	0.224073	0.229049	–0.001517	1 2 3 –4
76	1	1	–	A1	14	1.298078	0.002797	0.384228	–0.061375	0.001906	0.001063	1 –3
76	1	2	–	A1	15	1.562234	0.002599	0.189407	0.224073	–0.225237	0.003644	1 2 3 4
76	1	2	–	A1	17	2.698359	0.002797	0.660459	–0.008113	0.001906	0.001063	1 2 –3
76	1	1	–	A1	20	0.102157	0.002797	–0.111616	0.183031	0.001906	0.001063	1 3
76	1	2	–	A1	41	1.562234	0.002797	0.189407	0.224073	0.001906	0.001063	1 2 3
76	2	2	–	A1	1	2.698359	0.001604	0.650402	–0.032113	0.229807	–0.001517	1 2 –3 –4
76	2	2	–	A1	2	0.132055	0.001209	–0.016759	0.15292	–0.227059	0.003644	1 3 4
76	2	2	–	A1	3	2.698359	0.001209	0.650402	–0.032113	–0.227059	0.003644	1 2 –3 4
76	2	2	–	A1	4	0.132055	0.001604	–0.016759	0.15292	0.229807	–0.001517	1 3 –4
76	2	1	–	A1	9	0.700117	0.001187	0.16072	0.036828	–0.25244	0.00393	1 4
76	2	1	–	A1	12	0.700117	0.001626	0.16072	0.036828	0.255189	–0.001804	1 –4
76	2	2	–	A1	13	1.562234	0.001604	0.295444	0.200073	0.229807	–0.001517	1 2 3 –4
76	2	1	–	A1	14	1.298078	0.001406	0.34754	–0.085375	0.001374	0.001063	1 –3
76	2	2	–	A1	15	1.562234	0.001209	0.295444	0.200073	–0.227059	0.003644	1 2 3 4
76	2	2	–	A1	17	2.698359	0.001406	0.650402	–0.032113	0.001374	0.001063	1 2 –3
76	2	1	–	A1	20	0.102157	0.001406	–0.0261	0.15903	0.001374	0.001063	1 3
76	2	2	–	A1	41	1.562234	0.001406	0.295444	0.200073	0.001374	0.001063	1 2 3
76	3	2	–	A1	1	2.698359	0.000214	0.628346	–0.056113	0.230566	–0.001517	1 2 –3 –4
76	3	2	–	A1	2	0.132055	–0.000181	0.053701	0.12892	–0.228881	0.003644	1 3 4
76	3	2	–	A1	3	2.698359	–0.000181	0.628346	–0.056113	–0.228881	0.003644	1 2 –3 4
76	3	2	–	A1	4	0.132055	0.000214	0.053701	0.12892	0.230566	–0.001517	1 3 –4
76	3	1	–	A1	9	0.700117	–0.000203	0.173134	0.012828	–0.254405	0.00393	1 4
76	3	1	–	A1	10	0.700117	0.000236	0.173134	0.012828	0.256091	–0.001804	1 –4
76	3	2	–	A1	13	1.562234	0.000214	0.38948	0.176073	0.230566	–0.001517	1 2 3 –4
76	3	1	–	A1	14	1.298078	1.6E–005	0.298853	–0.109375	0.000843	0.001063	1 –3
76	3	2	–	A1	15	1.562234	–0.000181	0.38948	0.176073	–0.228881	0.003644	1 2 3 4
76	3	2	–	A1	17	2.698359	1.6E–005	0.628346	–0.056113	0.000843	0.001063	1 2 –3
76	3	1	–	A1	33	0.102157	1.6E–005	0.047415	0.135031	0.000843	0.001063	1 3
76	3	2	–	A1	41	1.562234	1.6E–005	0.38948	0.176073	0.000843	0.001063	1 2 3
76	4	2	–	A1	1	2.698359	–0.001176	0.59429	–0.080113	0.231325	–0.001517	1 2 –3 –4
76	4	2	–	A1	2	0.132055	–0.001571	0.112161	0.10492	–0.230702	0.003644	1 3 4
76	4	2	–	A1	3	2.698359	–0.001571	0.59429	–0.080113	–0.230702	0.003644	1 2 –3 4
76	4	2	–	A1	4	0.132055	–0.001176	0.112161	0.10492	0.231325	–0.001517	1 3 –4
76	4	1	–	A1	5	0.700117	–0.001593	0.173548	–0.011172	–0.256371	0.00393	1 4
76	4	1	–	A1	7	0.700117	–0.001154	0.173548	–0.011172	0.256993	–0.001804	1 –4
76	4	2	–	A1	13	1.562234	–0.001176	0.471516	0.152073	0.231325	–0.001517	1 2 3 –4
76	4	1	–	A1	14	1.298078	–0.001374	0.238165	–0.133375	0.000311	0.001063	1 –3
76	4	2	–	A1	15	1.562234	–0.001571	0.471516	0.152073	–0.230702	0.003644	1 2 3 4
76	4	2	–	A1	17	2.698359	–0.001374	0.59429	–0.080113	0.000311	0.001063	1 2 –3
76	4	1	–	A1	33	0.102157	–0.001374	0.10893	0.111031	0.000311	0.001063	1 3
76	4	2	–	A1	41	1.562234	–0.001374	0.471516	0.152073	0.000311	0.001063	1 2 3
76	5	2	–	A1	1	2.698359	–0.002567	0.548233	–0.104113	0.232083	–0.001517	1 2 –3 –4
76	5	2	–	A1	2	0.132055	–0.002962	0.158621	0.08092	–0.232524	0.003644	1 3 4
76	5	2	–	A1	3	2.698359	–0.002962	0.548233	–0.104113	–0.232524	0.003644	1 2 –3 4
76	5	2	–	A1	4	0.132055	–0.002567	0.158621	0.08092	0.232083	–0.001517	1 3 –4
76	5	2	–	A1	5	1.26818	–0.002962	0.165302	–0.151265	–0.232524	0.003644	1 –3 4
76	5	2	–	A1	6	1.562234	–0.002567	0.541552	0.128073	0.232083	–0.001517	1 2 3 –4
76	5	2	–	A1	7	1.26818	–0.002567	0.165302	–0.151265	0.232083	–0.001517	1 –3 –4
76	5	2	–	A1	8	1.562234	–0.002962	0.541552	0.128073	–0.232524	0.003644	1 2 3 4
76	5	1	–	A1	10	0.700117	–0.002545	0.161962	–0.035172	0.257895	–0.001804	1 –4
76	5	1	–	A1	11	0.700117	–0.002984	0.161962	–0.035172	–0.258336	0.00393	1 4
76	5	1	–	A1	14	1.298078	–0.002764	0.165478	–0.157375	–0.000221	0.001063	1 –3
76	5	2	–	A1	17	2.698359	–0.002764	0.548233	–0.104113	–0.000221	0.001063	1 2 –3
76	5	2	–	A1	22	1.562234	–0.002764	0.541552	0.128073	–0.000221	0.001063	1 2 3
76	5	1	–	A1	33	0.102157	–0.002764	0.158445	0.087031	–0.000221	0.001063	1 3
76	5	1	–	A1	39	2.20557	–0.002764	0.565047	0.014462	–0.000221	0.001063	1 2

25.3.3. Перемещения основных узлов схемы

25.3.3.1. Изгиб стоек

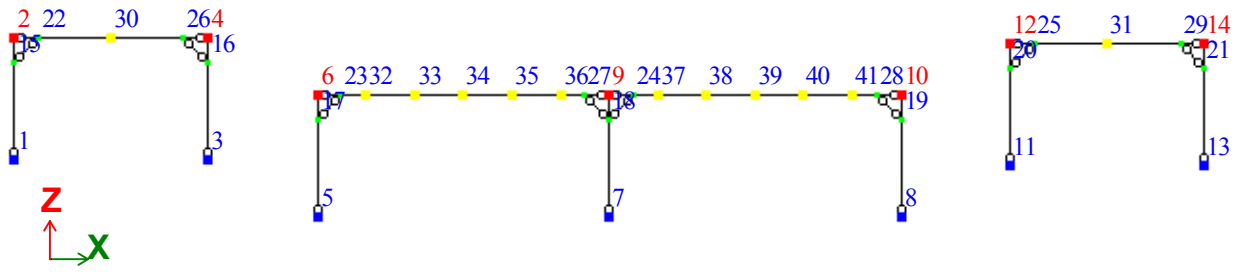


Рис 2.2. Номера узлов схемы

Единицы измерения линейных перемещений: мм
Единицы измерения угловых перемещений: RD*1000

Таблица узлов: перемещения

№ РСН	№ узла	X (мм)	Y (мм)	Z (мм)	UX рад*1000)	UY рад*1000)	UZ рад*1000)
1	2	- 0.056	0.098	- 0.012	- 0.039	0.129	0.004
2	2	- 0.114	0.098	- 0.033	- 0.039	0.363	0.004
3	2	- 9.417	0.098	- 0.007	- 0.039	- 0.199	0.004
4	2	- 0.056	- 14.051	- 0.012	4.065	0.129	0.033
5	2	9.305	0.098	- 0.016	- 0.039	0.456	0.004
6	2	- 0.056	14.247	- 0.012	- 4.142	0.129	- 0.024
7	2	- 9.004	- 12.636	- 0.028	3.654	0.040	0.030
8	2	- 9.004	12.832	- 0.028	- 3.732	0.040	- 0.021
9	2	8.782	- 12.636	- 0.037	3.654	0.663	0.030
10	2	8.782	12.832	- 0.037	- 3.732	0.663	- 0.021
1	4	- 0.042	0.145	- 0.010	- 0.052	- 0.169	0.009
2	4	- 0.083	0.145	- 0.037	- 0.052	- 0.319	0.009
3	4	- 9.404	0.145	- 0.009	- 0.052	- 0.557	0.009
4	4	- 0.042	- 15.552	- 0.010	4.466	- 0.169	- 0.456
5	4	9.319	0.145	- 0.011	- 0.052	0.218	0.009
6	4	- 0.042	15.842	- 0.010	- 4.570	- 0.169	0.473
7	4	- 8.974	- 13.982	- 0.034	4.014	- 0.680	- 0.410
8	4	- 8.974	14.272	- 0.034	- 4.118	- 0.680	0.427
9	4	8.813	- 13.982	- 0.036	4.014	0.057	- 0.410
10	4	8.813	14.272	- 0.036	- 4.118	0.057	0.427
1	6	- 0.010	0.133	- 0.012	- 0.056	0.297	0.018
2	6	- 0.037	0.133	- 0.045	- 0.056	0.713	0.018
3	6	- 10.549	0.133	- 0.009	- 0.056	- 0.427	0.018
4	6	- 0.010	- 13.443	- 0.012	3.949	0.297	- 1.434
5	6	10.529	0.133	- 0.016	- 0.056	1.020	0.018
6	6	- 0.010	13.709	- 0.012	- 4.060	0.297	1.470
7	6	- 10.047	- 12.085	- 0.040	3.548	0.005	- 1.289
8	6	- 10.047	12.351	- 0.040	- 3.660	0.005	1.325
9	6	9.976	- 12.085	- 0.046	3.548	1.380	- 1.289
10	6	9.976	12.351	- 0.046	- 3.660	1.380	1.325
1	9	0.003	0.283	- 0.020	- 0.114	0.000	0.000
2	9	- 0.003	0.283	- 0.055	- 0.114	0.002	0.000
3	9	- 10.551	0.283	- 0.020	- 0.114	- 0.362	0.000
4	9	0.003	- 20.448	- 0.020	5.964	0.000	- 0.002
5	9	**10.558**	0.283	- 0.020	- 0.114	0.362	0.000
6	9	0.003	**21.013**	- 0.020	- 6.193	0.000	0.002
7	9	- 10.030	- 18.375	- 0.053	5.356	- 0.341	- 0.002
8	9	- 10.030	18.940	- 0.053	- 5.585	- 0.341	0.002
9	9	10.025	- 18.375	- 0.053	5.356	0.346	- 0.002

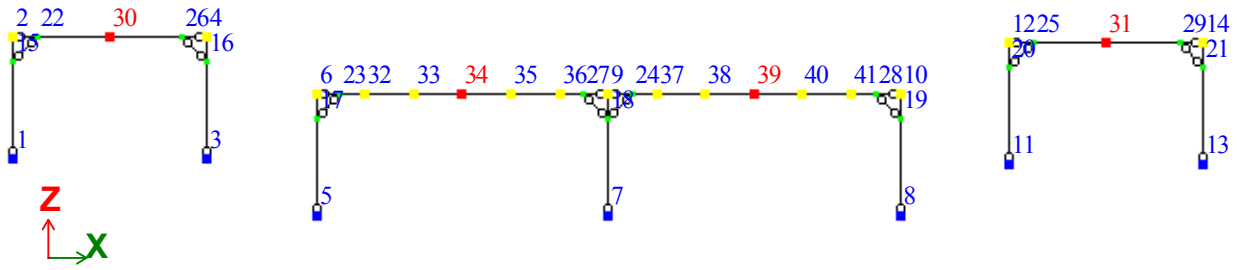
10	9	10.025	18.940	- 0.053	- 5.585	0.346	0.002
1	10	0.017	0.136	- 0.012	- 0.057	- 0.295	- 0.017
2	10	0.032	0.136	- 0.044	- 0.057	- 0.732	- 0.017
3	10	- 10.521	0.136	- 0.016	- 0.057	- 1.017	- 0.017
4	10	0.017	- 13.548	- 0.012	3.991	- 0.295	1.418
5	10	10.555	0.136	- 0.009	- 0.057	0.426	- 0.017
6	10	0.017	13.820	- 0.012	- 4.105	- 0.295	- 1.453
7	10	- 9.979	- 12.179	- 0.046	3.586	- 1.395	1.274
8	10	- 9.979	12.452	- 0.046	- 3.700	- 1.395	- 1.309
9	10	10.042	- 12.179	- 0.040	3.586	- 0.024	1.274
10	10	10.042	12.452	- 0.040	- 3.700	- 0.024	- 1.309
1	12	0.039	0.146	- 0.010	- 0.052	0.169	- 0.008
2	12	0.075	0.146	- 0.036	- 0.052	0.333	- 0.008
3	12	- 9.452	0.146	- 0.011	- 0.052	- 0.228	- 0.008
4	12	0.039	- 15.368	- 0.010	4.432	0.169	0.407
5	12	9.529	0.146	- 0.009	- 0.052	0.565	- 0.008
6	12	0.039	15.659	- 0.010	- 4.537	0.169	- 0.424
7	12	- 8.943	- 13.816	- 0.036	3.984	- 0.052	0.366
8	12	- 8.943	14.107	- 0.036	- 4.088	- 0.052	- 0.382
9	12	9.089	- 13.816	- 0.034	3.984	0.702	0.366
10	12	9.089	14.107	- 0.034	- 4.088	0.702	- 0.382
1	14	0.052	0.099	- 0.012	- 0.039	- 0.129	- 0.005
2	14	0.106	0.099	- 0.033	- 0.039	- 0.366	- 0.005
3	14	- 9.438	0.099	- 0.016	- 0.039	- 0.460	- 0.005
4	14	0.052	- 14.064	- 0.012	4.068	- 0.129	- 0.042
5	14	9.543	0.099	- 0.007	- 0.039	0.203	- 0.005
6	14	0.052	14.261	- 0.012	- 4.145	- 0.129	0.033
7	14	- 8.912	- 12.648	- 0.037	3.657	- 0.669	- 0.038
8	14	- 8.912	12.845	- 0.037	- 3.735	- 0.669	0.029
9	14	9.120	- 12.648	- 0.028	3.657	- 0.039	- 0.038
10	14	9.120	12.845	- 0.028	- 3.735	- 0.039	0.029

Максимальный изгиб от 6-го сочетания – 21.013 мм

Допустимый изгиб 1/150 высоты = 5000мм/150=33,33 мм

Максимальный изгиб <u>не превышает</u> допустимый.

25.3.3.2. Прогиб балок



Единицы измерения линейных перемещений: мм

Единицы измерения угловых перемещений: RD*1000

Таблица узлов: перемещения							
№ РСН	№ узла	X (мм)	Y (мм)	Z (мм)	UX рад*1000)	UY рад*1000)	UZ рад*1000)
1	30	- 0.050	0.114	- 0.550	- 0.101	0.007	0.006
2	30	- 0.097	0.114	- 1.575	- 0.101	- 0.004	0.006
3	30	- 9.436	0.114	- 0.597	- 0.101	0.303	0.006
4	30	- 0.050	- 14.699	- 0.550	4.298	0.007	- 0.179
5	30	9.336	0.114	- 0.503	- 0.101	- 0.289	0.006

6	30	- 0.050	14.928	- 0.550	- 4.500	0.007	0.190
7	30	- 9.011	- 13.218	- 1.569	3.859	0.278	- 0.160
8	30	- 9.011	13.446	- 1.569	- 4.060	0.278	0.172
9	30	8.822	- 13.218	- 1.480	3.859	- 0.285	- 0.160
10	30	8.822	13.446	- 1.480	- 4.060	- 0.285	0.172
1	31	0.047	0.115	- 0.549	- 0.101	- 0.007	- 0.006
2	31	0.090	0.115	**- 1.590**	- 0.101	0.003	- 0.006
3	31	- 9.469	0.115	- 0.498	- 0.101	0.294	- 0.006
4	31	0.047	- 14.654	- 0.549	4.283	- 0.007	0.156
5	31	9.562	0.115	- 0.600	- 0.101	- 0.307	- 0.006
6	31	0.047	14.883	- 0.549	- 4.485	- 0.007	- 0.167
7	31	- 8.952	- 13.177	- 1.489	3.844	0.288	0.140
8	31	- 8.952	13.406	- 1.489	- 4.046	0.288	- 0.151
9	31	9.127	- 13.177	- 1.586	3.844	- 0.284	0.140
10	31	9.127	13.406	- 1.586	- 4.046	- 0.284	- 0.151
1	34	0.006	0.227	- 1.391	- 0.234	- 0.077	0.015
2	34	0.002	0.227	- 4.325	- 0.234	- 0.199	0.015
3	34	- 10.580	0.227	- 0.801	- 0.234	0.335	0.015
4	34	0.006	- 21.054	- 1.391	5.002	- 0.077	- 0.527
5	34	10.592	0.227	- 1.982	- 0.234	- 0.490	0.015
6	34	0.006	21.508	- 1.391	- 5.470	- 0.077	0.556
7	34	- 10.054	- 18.926	- 3.617	4.478	0.199	- 0.473
8	34	- 10.054	19.380	- 3.617	- 4.946	0.199	0.502
9	34	10.059	- 18.926	- 4.739	4.478	- 0.585	- 0.473
10	34	10.059	19.380	- 4.739	- 4.946	- 0.585	0.502
1	39	0.001	0.228	- 1.390	- 0.235	0.077	- 0.014
2	39	- 0.008	0.228	- 4.355	- 0.235	0.202	- 0.014
3	39	- 10.584	0.228	- 1.977	- 0.235	0.489	- 0.014
4	39	0.001	- 21.088	- 1.390	5.023	0.077	0.519
5	39	10.587	0.228	- 0.802	- 0.235	- 0.335	- 0.014
6	39	0.001	21.544	- 1.390	- 5.492	0.077	- 0.547
7	39	- 10.063	- 18.956	**- 4.765**	4.497	0.587	0.466
8	39	- 10.063	19.413	**- 4.765**	- 4.966	0.587	- 0.494
9	39	10.049	- 18.956	- 3.648	4.497	- 0.195	0.466
10	39	10.049	19.413	- 3.648	- 4.966	- 0.195	- 0.494

Максимальный прогиб от 7-го и 8-го сочетания – 4.765 мм для опор пролетом 12м

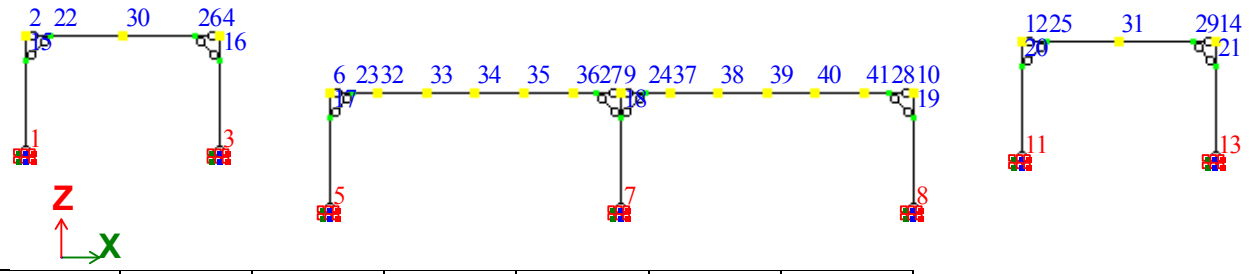
Допустимый прогиб 1/300 пролета = 12000мм/300=40 мм

Максимальный прогиб от 7-го и 8-го сочетания – 1.59 мм для опор пролетом 8м

Допустимый прогиб 1/300 пролета = 8000мм/300=26,67 мм

Максимальный прогиб не превышает допустимый.

25.3.4.Нагрузки на фундамент



Номер РСН	УЗЕЛ	RX, т	RY, т	RZ, т	RUX, т*м	RUZ, т*м
1 - РСН1	1	0.03289	0	0.500766	0.009403	-0.00034
2 - РСН2	1	0.086178	0	1.17109	0.009403	-0.00034
3 - РСН3	1	0.313073	0	0.555319	0.009403	-0.00034
4 - РСН4	1	0.03289	0.567337	0.500766	-2.23709	-0.00525
5 - РСН5	1	-0.24729	0	0.446214	0.009403	-0.00034
6 - РСН6	1	0.03289	-0.56704	0.500766	2.25589	0.004576
7 - РСН7	1	0.349687	0.510618	1.18939	-2.01244	-0.00476
8 - РСН8	1	0.349687	-0.51032	1.18939	2.03124	0.004084
9 - РСН9	1	-0.18266	0.510618	1.08574	-2.01244	-0.00476
10 - РСН10	1	-0.18266	-0.51032	1.08574	2.03124	0.004084
1 - РСН1	3	-0.03368	-0.00146	0.442702	0.016708	-0.00209
2 - РСН2	3	-0.07524	-0.00146	1.26343	0.016708	-0.00209
3 - РСН3	3	0.238259	-0.00146	0.22102	0.016708	-0.00209
4 - РСН4	3	-0.03368	0.626077	0.442702	-2.48255	0.084222
5 - РСН5	3	-0.30562	-0.00146	0.664384	0.016708	-0.00209
6 - РСН6	3	-0.03368	-0.62901	0.442702	2.51597	-0.08839
7 - РСН7	3	0.185179	0.563323	1.0118	-2.23262	0.075591
8 - РСН8	3	0.185179	-0.56625	1.0118	2.26604	-0.07976
9 - РСН9	3	-0.33151	0.563323	1.43299	-2.23262	0.075591
10 - РСН10	3	-0.33151	-0.56625	1.43299	2.26604	-0.07976
1 - РСН1	5	0.062281	0.000973	0.542228	0.011462	-0.00309
2 - РСН2	5	0.169047	0.000973	1.60869	0.011462	-0.00309
3 - РСН3	5	0.31915	0.000973	0.639476	0.011462	-0.00309
4 - РСН4	5	0.062281	0.52933	0.542228	-2.11402	0.268447
5 - РСН5	5	-0.19459	0.000973	0.444981	0.011462	-0.00309
6 - РСН6	5	0.062281	-0.52739	0.542228	2.13695	-0.27462
7 - РСН7	5	0.407735	0.476495	1.64776	-1.90147	0.241294
8 - РСН8	5	0.407735	-0.47455	1.64776	1.9244	-0.24747
9 - РСН9	5	-0.08032	0.476495	1.46299	-1.90147	0.241294
10 - РСН10	5	-0.08032	-0.47455	1.46299	1.9244	-0.24747
1 - РСН1	7	0	0.000738	0.920336	0.026562	0
2 - РСН2	7	0.000608	0.000738	2.38554	0.026562	0
3 - РСН3	7	0.350722	0.000738	0.920128	0.026562	0
4 - РСН4	7	0	0.761502	0.920336	-3.18995	0.000386
5 - РСН5	7	-0.351	0.000738	0.920544	0.026562	0
6 - РСН6	7	0	-0.76003	0.920336	3.24307	-0.00042
7 - РСН7	7	0.333888	0.685426	2.31208	-2.8683	0.000346
8 - РСН8	7	0.333888	-0.68395	2.31208	2.92142	-0.00038
9 - РСН9	7	-0.33275	0.685426	2.31248	-2.8683	0.000346
10 - РСН10	7	-0.33275	-0.68395	2.31248	2.92142	-0.00038
1 - РСН1	8	-0.06234	0.000927	0.5424	0.011842	0.003014
2 - РСН2	8	-0.17148	0.000927	1.59182	0.011842	0.003014
3 - РСН3	8	0.194821	0.000927	0.444052	0.011842	0.003014
4 - РСН4	8	-0.06234	0.529356	0.5424	-2.12441	-0.26537
5 - РСН5	8	-0.31949	0.000927	0.640747	0.011842	0.003014
6 - РСН6	8	-0.06234	-0.5275	0.5424	2.14809	0.271401
7 - РСН7	8	0.078277	0.476513	1.44592	-1.91078	-0.23854

8 - РСН8	8	0.078277	-0.47466	1.44592	1.93447	0.244562
9 - РСН9	8	-0.41032	0.476513	1.63278	-1.91078	-0.23854
10 - РСН10	8	-0.41032	-0.47466	1.63278	1.93447	0.244562
1 - РСН1	11	0.033696	-0.00141	0.442894	0.016671	0.002063
2 - РСН2	11	0.077283	-0.00141	1.24869	0.016671	0.002063
3 - РСН3	11	0.308965	-0.00141	0.670239	0.016671	0.002063
4 - РСН4	11	0.033696	0.614466	0.442894	-2.44509	-0.07508
5 - РСН5	11	-0.24157	-0.00141	0.215549	0.016671	0.002063
6 - РСН6	11	0.033696	-0.61728	0.442894	2.47843	0.079209
7 - РСН7	11	0.336608	0.552878	1.42438	-2.19891	-0.06737
8 - РСН8	11	0.336608	-0.5557	1.42438	2.23226	0.071495
9 - РСН9	11	-0.1864	0.552878	0.992429	-2.19891	-0.06737
10 - РСН10	11	-0.1864	-0.5557	0.992429	2.23226	0.071495
1 - РСН1	13	-0.03276	0	0.500633	0.009461	0.00035
2 - РСН2	13	-0.08654	0	1.17388	0.009461	0.00035
3 - РСН3	13	0.251478	0	0.445475	0.009461	0.00035
4 - РСН4	13	-0.03276	0.568047	0.500633	-2.23953	0.006897
5 - РСН5	13	-0.31699	0	0.55579	0.009461	0.00035
6 - РСН6	13	-0.03276	-0.56777	0.500633	2.25846	-0.0062
7 - РСН7	13	0.186173	0.511256	1.08782	-2.01463	0.006242
8 - РСН8	13	0.186173	-0.51098	1.08782	2.03356	-0.00554
9 - РСН9	13	-0.35387	0.511256	1.19262	-2.01463	0.006242
10 - РСН10	13	-0.35387	-0.51098	1.19262	2.03356	-0.00554

25.4. Проверочный расчет элементов пролетного строения

25.4.1. Правила чтения результатов в СТК-САПР

Вид результатов расчета

Для всех рассчитанных сечений элементов выводятся результаты проверок по прочности и устойчивости (по первому предельному состоянию), гибкости и прогибу (по второму предельному состоянию). Результаты выводятся в виде процентов использования сечения в сравнении с предельной несущей способностью по той или другой проверке. То есть, результат всегда равен:

$$\text{Процент использования по проверке } \%ис = \frac{100\% * \text{максимальное значение}}{\text{предельная несущая способность}}$$

При формировании результатов использовано также понятие процента использования по 1-му предельному состоянию и по 2-му предельному состоянию.

Процент использования сечения по 1-му предельному состоянию (1ПС) — наибольший из процентов по проверкам прочности и устойчивости, взятый по всем РСУ.

%ис1ПС = max{%ис(i)} -- по прочности, устойчивости,

Процент использования сечения по 2-му предельному состоянию (2ПС) — наибольший из процентов по проверкам предельной гибкости или прогибу, взятый по всем РСУ.

%ис2ПС = max{%ис(i)} -- по гибкости, прогибу,

где i - количество расчетных сочетаний усилий (РСУ).

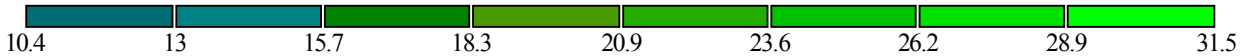
Результаты расчета представляются в виде процентов использования в

табличной форме, в виде мозаики или в окне локального расчета.

Смысл столбцов таблиц следующий:

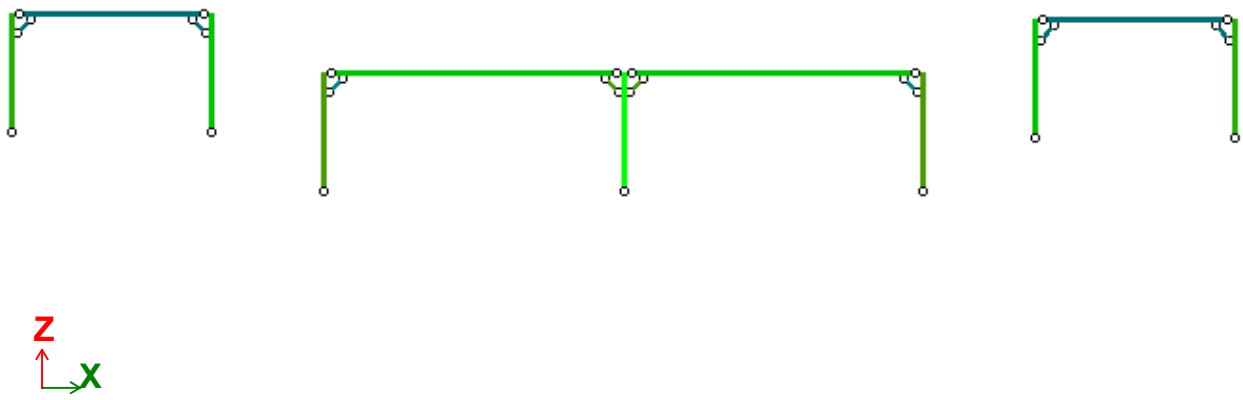
ЭЛЕМЕНТ	Номер конечного элемента
НС	Номер сечения по длине конечного элемента
ГРУППА	Группа унификации элемента, конструктивный элемент
ШАГ РЕБЕР (РЕШЕТКИ)	Шаг поперечных ребер жесткости или соединительной решетки (планок – в свету)
ШАГ ПЛАНОК	Шаг поперечных соединительных планок в свету
Фb min	Минимальный коэффициент поперечного изгиба
Далее следуют проценты исчерпания несущей способности по проверкам СНиП:	
нор	нормальные напряжения
тау	касательные напряжения
с1	приведенные напряжения
УБ	общая устойчивость балки
УY1	устойчивость относительно оси Y1
УZ1	устойчивость относительно оси Z1
УYZ	устойчивость колонны, сжатой в 2-х плоскостях
ГY1	предельная гибкость относительно оси Y1
ГZ1	предельная гибкость относительно оси Z1
Г>Г*	В балке – прогиб.
УС	местная устойчивость стенки
УП	местная устойчивость сжатого пояса
Прг	относительный прогиб балки
1ПС	Сводный процент использования сечения по 1-му предельному состоянию
2ПС	Сводный процент использования сечения по 2-му предельному состоянию
М.У	Сводный процент использования сечения по местной устойчивости
ДЛИНА ЭЛЕМЕНТ	Геометрическая длина конструктивного элемента

25.4.2.Мозаики результатов проверки



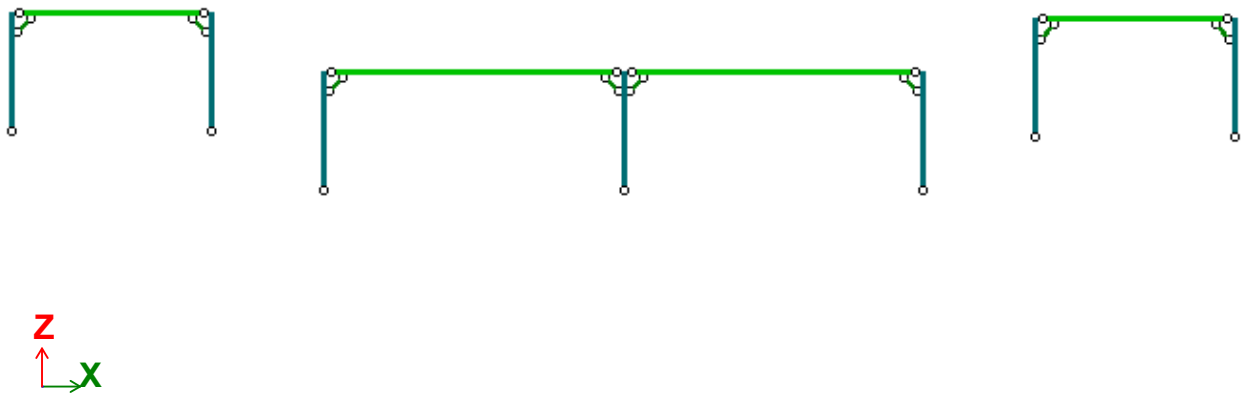
Вариант конструирования:Вариант 1

Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП II-23-81*)



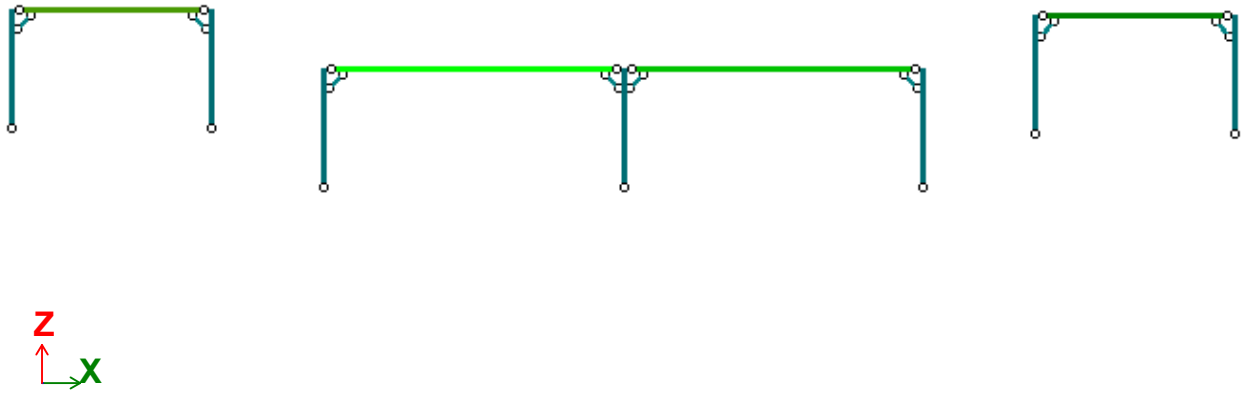
Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию

Вариант конструирования:Вариант 1
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП II-23-81*)



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2 предельному состоянию

Вариант конструирования:Вариант 1
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП II-23-81*)

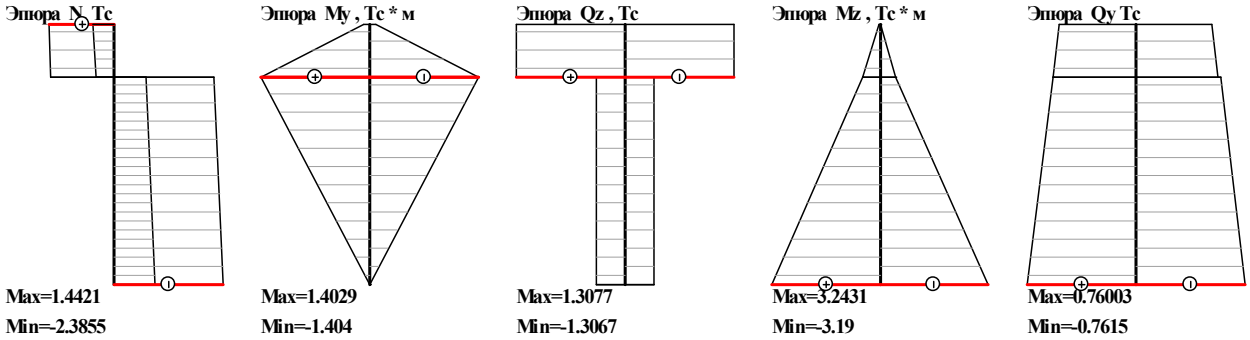


Мозаика результатов проверки назначенных сечений по местной устойчивости

25.4.3.Локальная проверка элементов

На ниже представленных листах подраздела приведены локальные проверки наиболее нагруженных элементов из групп заданных жесткостей. На листе расчета элемента отображается расчетная схема элемента, огибающие эпюры усилий, возникающих в элементе; таблица, содержащая исходные данные для расчета элемента и таблица, содержащая подробные результаты расчета элемента и его поперечного сечения.

1. Труба 273 x 8 (СТ1)



Шифр задачи : 4575-3-пролетные_8+12+12+8

Конструктивный элемент КК4

ограниченияcм				
Ymax	Zmax	Ymin	Zmin	twmin
300.00	300.00	1.00	1.00	0.10

расчетная длинам			коэф-ты усл. раб.		коэфф.	тип	шаг ребер/
отн. Z1	отн. Y1	для Фе	по прочн.	по уст.	надежности	колонны	планок
5.00	5.00	4.25	1.00	1.00	1.00	основн	нет

Результаты проверки (СНиП II-23-81*)

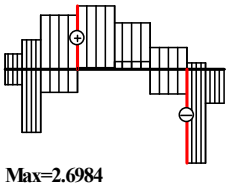
Сечение	1. Труба 273 x 8
Профиль	273 x 8; ГОСТ 10704-76*
Сталь	С255; ГОСТ 27772-2015; Стали по ГОСТ 27772-2015, листовой, ш...
Сортамент	Трубы стальные электросварные прямошовные (ГОСТ 10704-76*)

проценты использования по 1ПС					
по норм.	уст.отн.Y1	уст.отн.Z1	устойч. YZ	уст.стенки	уст.полок
31.5	10.7	20.7	15.9	0.0	0.0

проценты использов.по 2ПС		сводные%%использов.			шаг ребер/
гибк. отн.Y1	гибк. отн.Z1	1ПС	2ПС	местн.устойч.	планок
35.6	35.6	31.5	35.6	0.0	нет

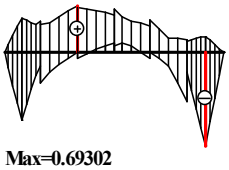
2. Коробка из швеллеров 24 (Б1-Б4)

Эпюра N, Тс



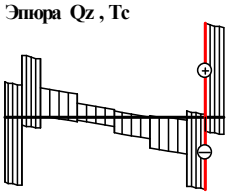
Max=2.6984
Min=-3.9614

Эпюра My , Тс * м



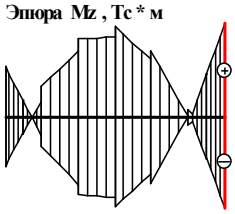
Max=0.69302
Min=-1.3836

Эпюра Qz , Тс



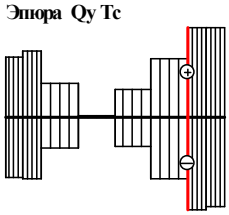
Max=1.4076
Min=-1.0907

Эпюра Mz , Тс * м



Max=0.30059
Min=-0.29138

Эпюра Qy Тс



Max=0.15952
Min=-0.16665

Шифр задачи : 4575-3-пролетные_8+12+12+8

Конструктивный элемент КБ9

ограниченияcм				
Ymax	Zmax	Ymin	Zmin	twmin
300.00	300.00	1.00	1.00	0.10

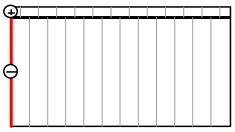
расчетная длинам			коэф-ты усл. раб.		коэфф.	тип	шаг ребер/
отн. Z1	отн. Y1	ветвей	по прочн.	по уст.	надежности	колонны	решетки
0.00	0.00	0; 0	1.00	1.00	1.00	основн	2.00

Результаты проверки (СНиП II-23-81*)

Сечение	1. Два швеллера				
проценты использования по 1ПС				шаг решетки/	расст.в осях
по норм.	уст.отн.Y1	уст.отн.Z1	устойч. YZ	планок, м	ветвей, см
13.4	0.0	0.0	0.0	2.00	14.6
проценты использов.по 2ПС			сводные%%использов.		
гибк. отн.Y1	гибк. отн.Z1	прогиб	1ПС	2ПС	местн.устойч.
0.0	23.4	7.2	0.0	23.4	0.0
Сечение	24П ветвь; стыковка 20 см				
Профиль	24П; ГОСТ 8240-97				
Сталь	С245; ГОСТ 27772-2015; Стали по ГОСТ 27772-2015, листовой, ш...				
Сортамент	Швеллеры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок ...				
проценты использования по 1ПС					
по норм.	уст.отн.Y1	уст.отн.Z1	устойч. YZ	уст.стенки	уст.полок
13.4	13.2	16.8	3.6	76.4	40.0
проценты использов.по 2ПС		сводные%%использов.			шаг ребер/
гибк. отн.Y1	гибк. отн.Z1	1ПС	2ПС	местн.устойч.	планок
0.0	46.8	16.8	46.8	76.4	нет
Сечение	12П планка				
Профиль	12П; ГОСТ 8240-97				
Сталь	С245; ГОСТ 27772-2015; Стали по ГОСТ 27772-2015, листовой, ш...				
Сортамент	Швеллеры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок ...				
проценты использования по 1ПС					
норм.	касат.	приведен.	общ.уст.	уст.стен.	уст.пояс.
9.9	24.1	22.8	0.0	0.0	0.0
прогиб	шаг ребер/	наименьший	сводные%%использов.		
	планок	коэф.Фb	1ПС	2ПС	местн.устойч.
0	нет	1.000	24.1	0.0	0.0

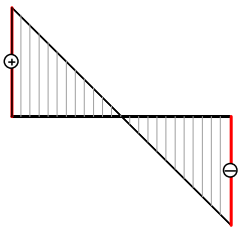
3. Два уголка 50 х 5 (вс)

Эпюра N, Тс



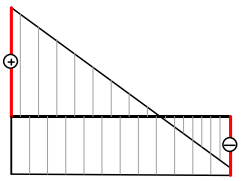
Max=0.37934
Min=-3.5474

Эпюра Qz , Тс



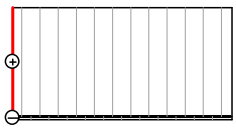
Max=0.00377
Min=-0.00377

Эпюра Mz , Тс * м



Max=0.0069473
Min=-0.0037984

Эпюра Qy Тс



Max=0.0075984
Min=-0.00028

Шифр задачи : 4575-3-пролетные_8+12+12+8

Элемент 61

ограниченияcм				
Ymax	Zmax	Ymin	Zmin	twmin
300.00	300.00	1.00	1.00	0.10

расчетная длинам		тип элемента	коэф-ты усл. раб.		коэфф. надежности
отн. Y1	отн. Z1	сжатый пояс или опорный раскос	по прочн.	по уст.	
0.71	1.41		1.00	1.00	1.00

Результаты проверки (СНиП II-23-81*)

Сечение	1. Два уголка 50 х 50 х 5; стыковка 1 см
Профиль	50 х 50 х 5; ГОСТ 8509-93
Сталь	С245; ГОСТ 27772-2015; Стали по ГОСТ 27772-2015, листовой, ш...
Сортамент	Уголки стальные горячекатаные равнополочные (ГОСТ 8509-93)

проценты использования по 1ПС					
по норм.	уст.отн.Y1	уст.отн.Z1	Fi мин.	уст.стенки	уст.полок
15.8	18.1	19.2	0.82	0.0	39.5

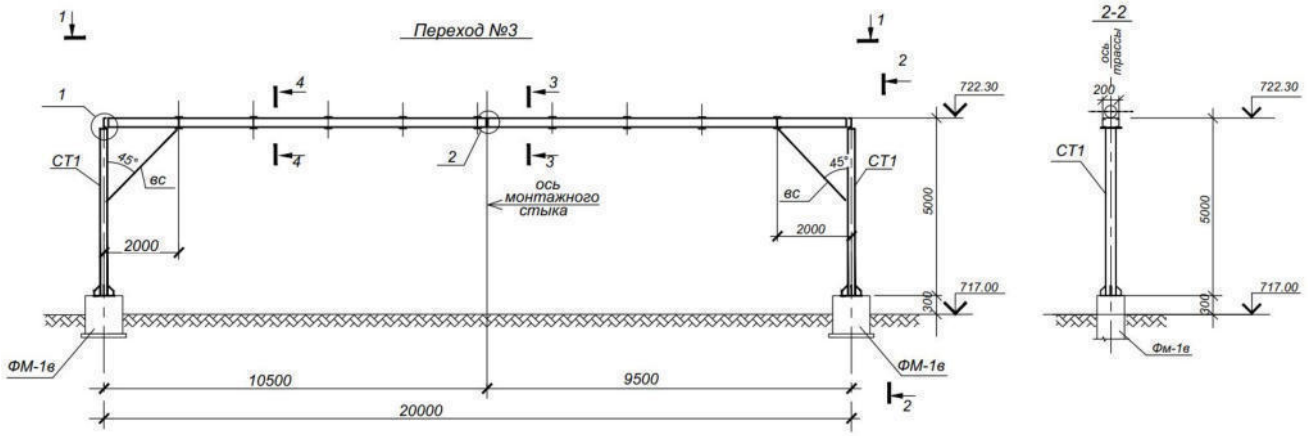
проценты использов.по 2ПС		сводные%%использов.			шаг ребер/ планок
гибк. отн.Y1	гибк. отн.Z1	1ПС	2ПС	местн.устойч.	
30.9	38.4	19.2	38.4	39.5	0.611

26. Расчет пролетного строения №3 (№15, №16, №17, №19, №23, №41, №45)

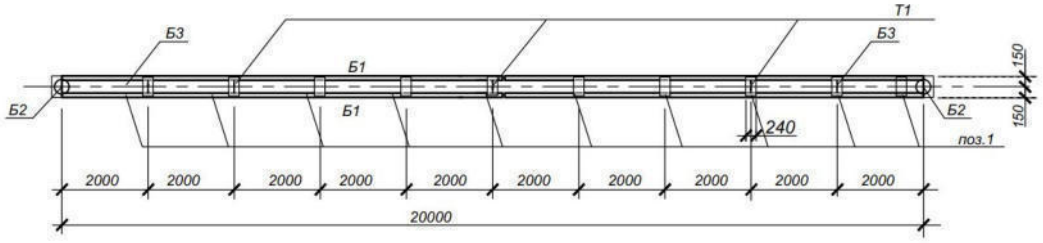
26.1. Конструктивная схема объекта

Объект расчета 4575-3-С11-КЖ.Р – это пролетное строение высотой h=5м, длиной L=20м.

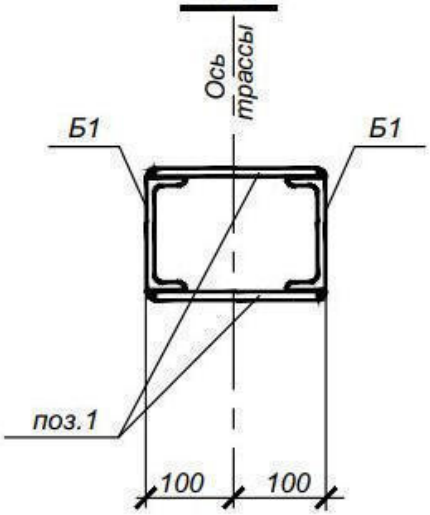
Стойки пролетного строения из стальной трубы ф273х8. Балки прямоугольного сечения из двух швеллеров [30, с раздвижкой на 200мм, траверсы из швеллера [12. Для уменьшения прогиба балки в узлах сопряжения со стойками устроены подкосы таврового сечения из двух уголков L100х7.



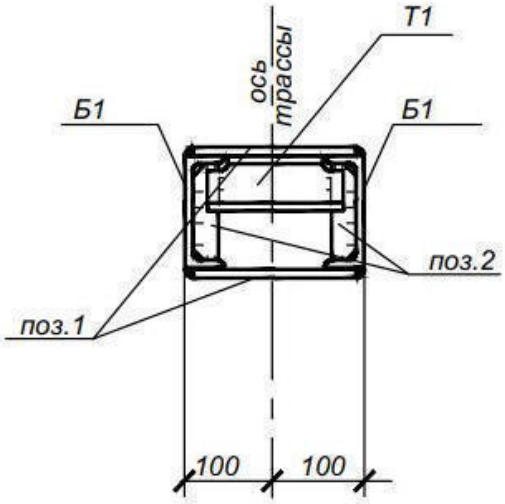
5-5



3-3



4-4



26.2. Расчетная схема

26.2.1. Общая характеристика расчетной схемы

Расчет производился в пространственной постановке с упругими жесткостными характеристиками материалов на действие основных сочетаний нагрузок. Создание расчетной схемы и все расчеты производились с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2019

При создании конечно-элементной модели использовались следующие типы конечных элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ;

Тип 42. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки

26.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения

Объект расчета представлен системой конечных элементов, показанной на нижеследующих рисунках подраздела. Конечно-элементной схеме предшествует 3D-изображение, выполненное в ВИЗОР-САПР.

Опорные узлы представлены цветной палеткой из шести ячеек, где три верхних ячейки соответствуют X, Y, Z, а три нижних - UX, UY, UZ. Присутствие цвета в ячейке обозначает наложенную связь .

Моделирование абсолютно жестких тел (АЖТ) в узлах схемы, помечается оранжевым цветом узла.

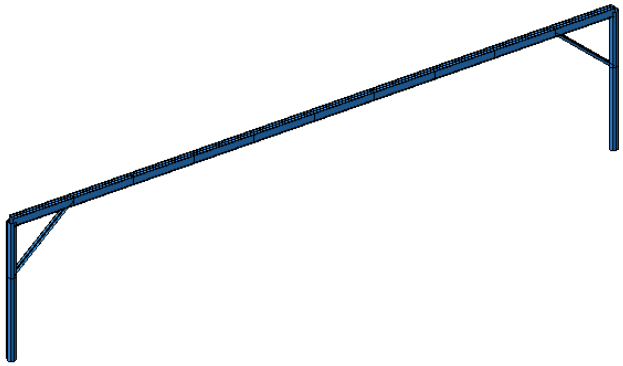


Рис 1. Общий вид 3D расчетной схемы (КЭ плит покрытия не показаны)

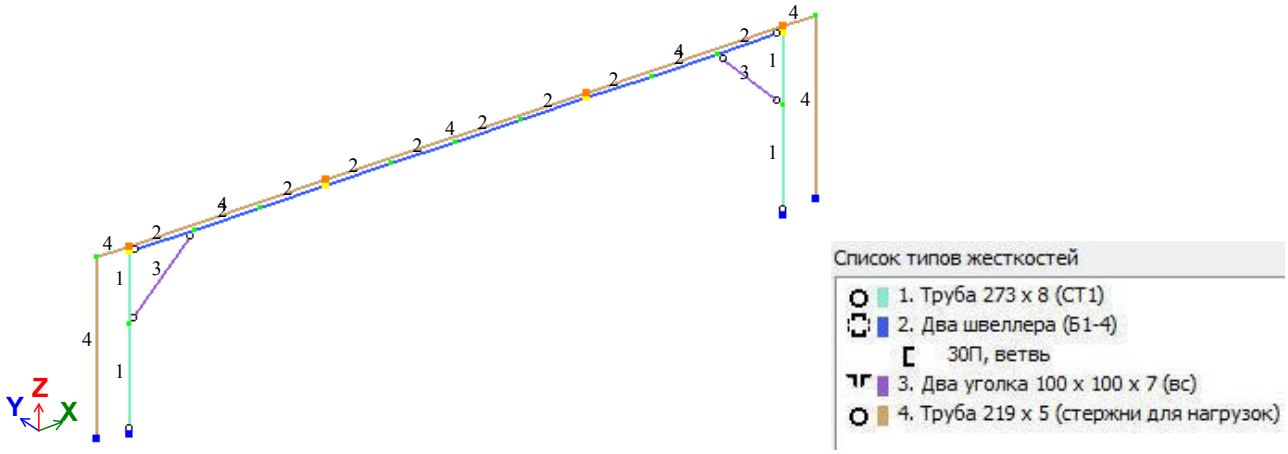


Рис 2. Общий вид расчетной схемы

26.2.3. Сбор нагрузок

№	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Нормативная нагрузка	$K_{нагр}$	$K_{отв}$	Расчетная нагрузка	Прим.[1]
1	2	3	4	5	6	7	8
Постоянные нагрузки							
1	Вес металлических конструкций каркаса, заданных в расчетную схему, определяется программно в зависимости от принятых сечений элементов, $K_{нагр}$=1.1						1
Временные длительные нагрузки							
2	**Нагрузка от технологических трубопроводов**						
	Технологическая	тс/м²	0.1	1.2	0.95	**0.114**	2
3	**Температурные технологические воздействия**						
	Сила трения (μ=0.3)	тс/м²	0.03	1.2	0.95	**0.0342**	3
Кратковременные нагрузки							
4	**Нагрузка от ветра (III район)**						
	Ветровая нагрузка	тс/м²	0.038	1.2	0.95	**0.04332**	4

1. В примечаниях (8) указан номер загружения для программного расчета.
2. Расчет приведен на последующих листах подраздела

26.2.4. Загружения и расчетные сочетания

№ загр.	Имя загр.	Вид	Зн. пер.	Вз. искл.	Коэф. над.	Доля д лит.	РСН1	РСН2	РСН3	РСН4	РСН5	РСН6
1	с.в.	Постоянная (П)	+	0	1.1	1	1	1	1	1	1	1
2	техн	Длительная (Д)	+	0	1.2	1	0	1	0	0	0	0
3	трение по оси	Длительная (Д)	+/-	0	1.2	1	0	0	1	0	-1	0
4	ветровая	Кратковременная (К)	+/-	0	1.4	0.35	0	0	0	1	0	-1

№ загр.	Имя загр.	Вид	Зн. пер.	Вз. искл.	Коэф. над.	Доля длит.	РСН7	РСН8	РСН9	РСН10
1	с.в.	Постоянная (П)	+	0	1.1	1	1	1	1	1
2	техн	Длительная (Д)	+	0	1.2	1	0.95	0.95	0.95	0.95
3	трение по оси	Длительная (Д)	+/-	0	1.2	1	0.95	0.95	-0.95	-0.95
4	ветровая	Кратковременная (К)	+/-	0	1.4	0.35	7	8	9	10

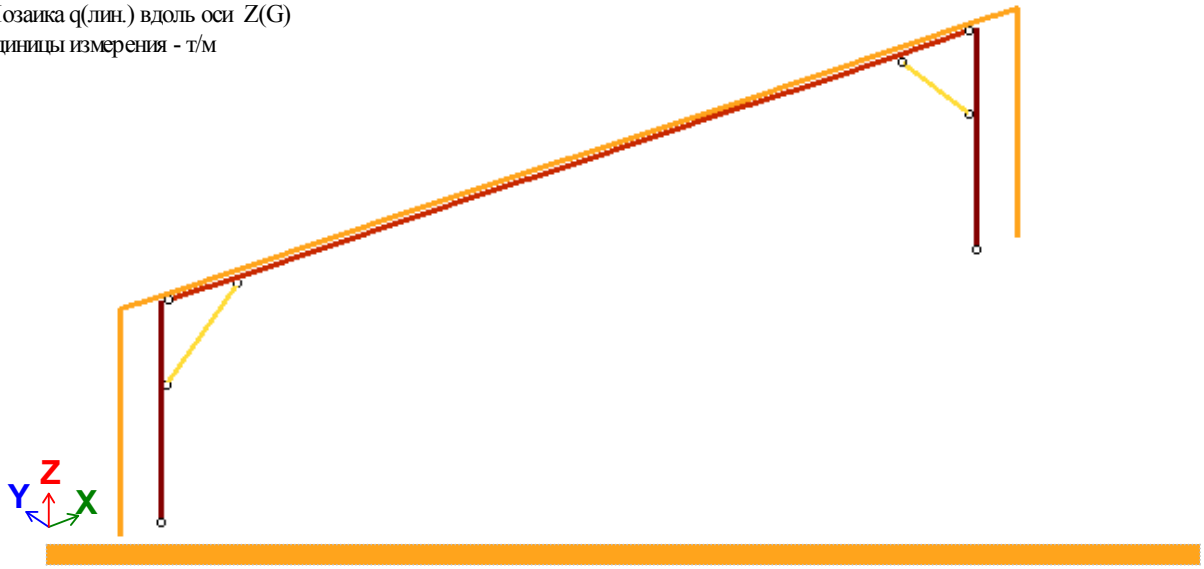
При выборе РСУ рассматриваются:

1-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение и одно, наиболее опасное, из временных (длительных или кратковременных) с коэффициентами сочетаний K_1=1.

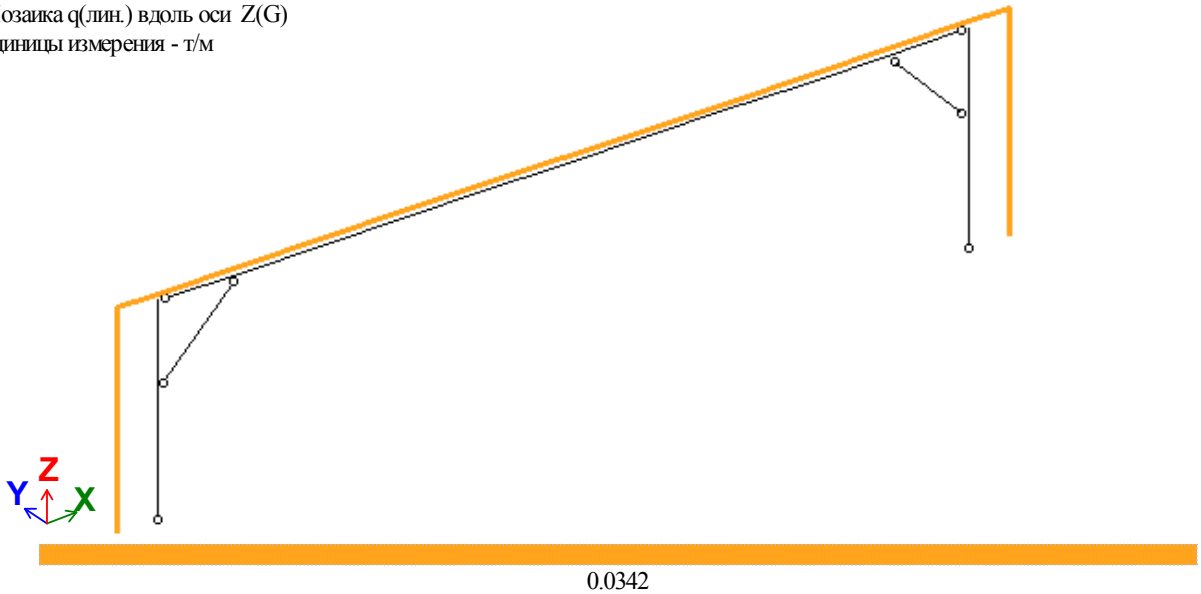
2-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение с коэффициентом K_2=1, все длительные загружения с коэффициентом K_2=0.95 и все кратковременные с коэффициентом K_2=0.9.

26.2.5. Цветовые мозаики заданных нагрузок

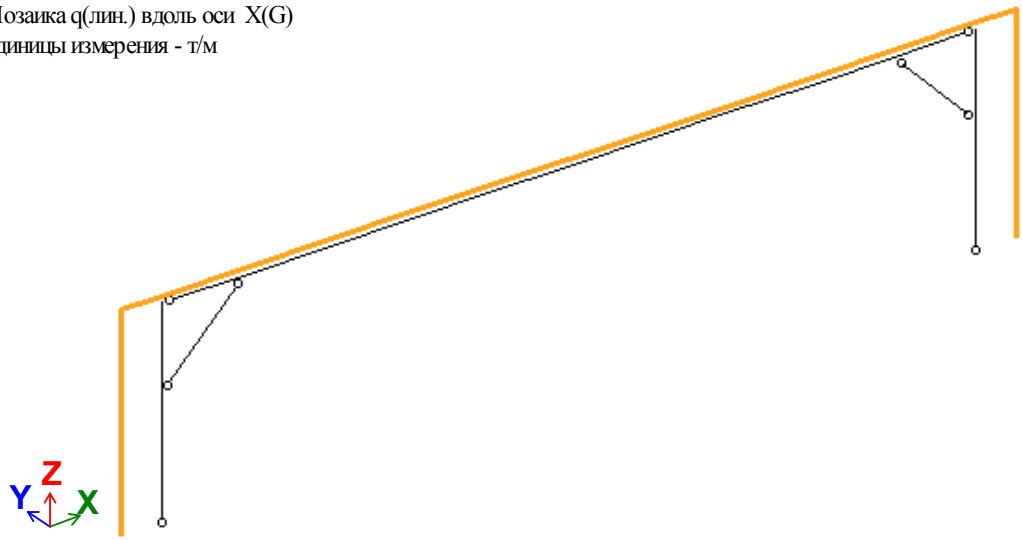
с.в.
Мозаика q(лин.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м



техн
Мозаика q(лин.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м

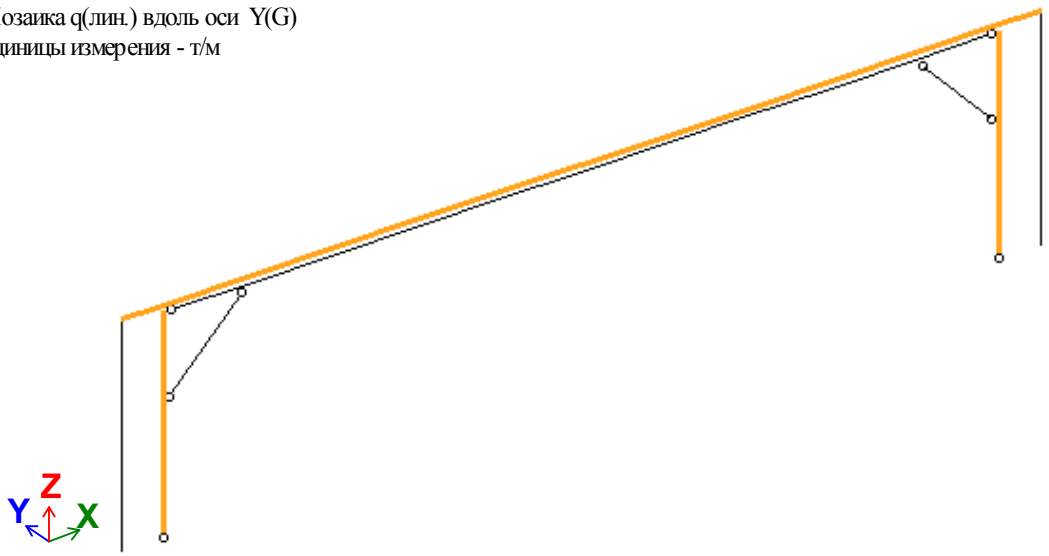


трение по оси
Мозаика q(лин.) вдоль оси X(G)
Единицы измерения - т/м



0.0433

ветровая
Мозаика q(лин.) вдоль оси Y(G)
Единицы измерения - т/м



26.3. Результаты расчета

26.3.1. Протокол расчета

GenuineIntel Intel(R) Core(TM) i5-3340 CPU @ 3.10GHz 4 cores 4 threads 4(1048576) L2 cache
Microsoft Windows 7 Professional RUS Service Pack 1 (SP v.1.0) 64-bit. Build 7601
Размер доступной физической памяти = 12099710464
11:01 Чтение исходных данных из файла D:\LiraData_2020\4575-3-пролетные_20.txt
11:01 Контроль исходных данных основной схемы
Количество узлов = 193 (из них количество неудаленных = 23)
Количество элементов = 158 (из них количество неудаленных = 23)
ОСНОВНАЯ СХЕМА
11:01 Оптимизация порядка неизвестных
Количество неизвестных = 90
РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ
11:01 Формирование матрицы жесткости
11:01 Формирование векторов нагрузок
11:01 Разложение матрицы жесткости
11:01 Вычисление неизвестных
11:01 Контроль решения
Формирование результатов
11:01 Формирование топологии
11:01 Формирование перемещений
11:01 Вычисление и формирование усилий в элементах
11:01 Вычисление и формирование реакций в элементах
11:01 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях
11:01 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях
Суммарные узловые нагрузки на основную схему:
Загружение 1 PX=0 PY=0 PZ=2.36933 PUX=0.055608 PUY=-1.11022e-016 PUZ=0 PW=0
Загружение 2 PX=0 PY=0 PZ=3.648 PUX=0 PUY=1.38778e-017 PUZ=0 PW=0
Загружение 3 PX=1.0944 PY=0 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0 PW=0
Загружение 4 PX=0 PY=1.81944 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0 PW=0
Расчет успешно завершен
Затраченное время = 0 мин

26.3.2. Расчетные сочетания усилий в элементах схемы

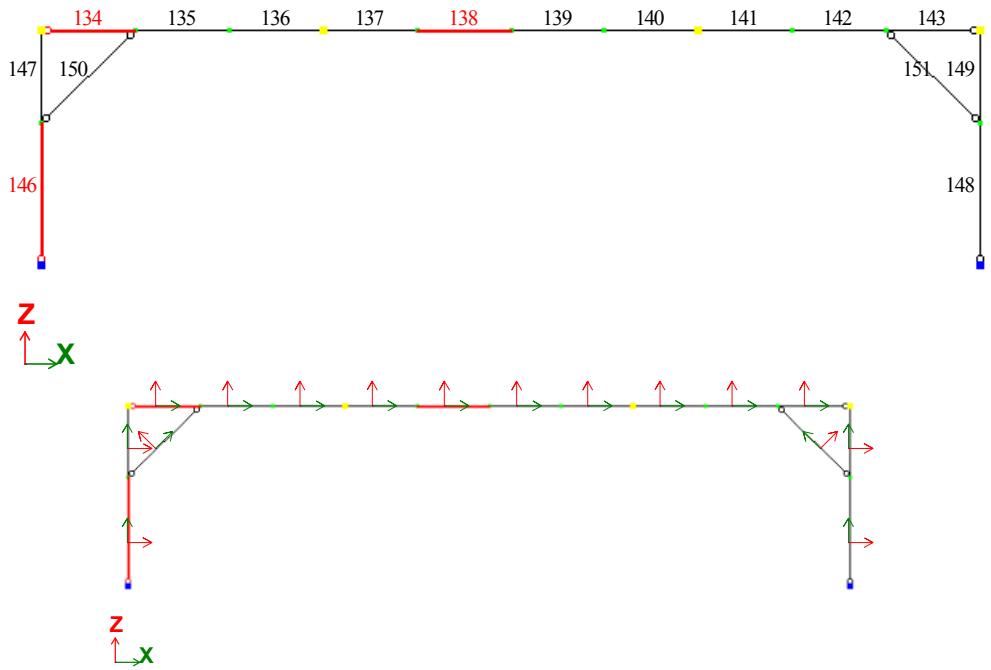


Рис 2.1. Номера элементов, местные оси стержней

Единицы измерения усилий: т

Единицы измерения моментов: т*м

Таблица РСУ

№ эл	№ сечен	№ столбца	Кран/ сейсм	Группа РСУ	Критерий	Усилия N (т)	Mk (т*м)	My (т*м)	Qz (т)	Mz (т*м)	Qy (т)	№№ загруж
134	1	1	-	A1	1	0.292086	0.002304	0	-0.443379	0.463332	0.153699	1 4
134	1	1	-	A1	2	0.292086	0.003454	0	-0.443379	-0.46479	-0.163524	1 -4
134	1	2	-	A1	14	0.374171	0.002362	0	-1.478907	0.416926	0.137838	1 2 3 4
134	1	2	-	A1	16	0.374171	0.003396	0	-1.478907	-0.418384	-0.147663	1 2 3 -4
134	1	2	-	A1	17	0.91057	0.002879	0	-0.90183	-0.000729	-0.004912	1 2 -3
134	1	2	-	A1	42	0.374171	0.002879	0	-1.478907	-0.000729	-0.004912	1 2 3
134	2	2	-	A1	1	0.560286	0.000972	-0.08342	-0.17884	0.348007	0.137838	1 -3 4
134	2	2	-	A1	2	0.374171	0.002006	-0.745453	-1.502907	-0.344553	-0.147663	1 2 3 -4
134	2	2	-	A1	3	0.560286	0.002006	-0.08342	-0.17884	-0.344553	-0.147663	1 -3 -4
134	2	2	-	A1	4	0.374171	0.000972	-0.745453	-1.502907	0.348007	0.137838	1 2 3 4
134	2	1	-	A1	9	0.292086	0.000914	-0.227689	-0.467379	0.386483	0.153699	1 4
134	2	1	-	A1	10	0.292086	0.002063	-0.227689	-0.467379	-0.383028	-0.163524	1 -4
134	2	2	-	A1	17	0.91057	0.001489	-0.456915	-0.92583	0.001727	-0.004912	1 2 -3
134	2	2	-	A1	20	0.374171	0.001489	-0.745453	-1.502907	0.001727	-0.004912	1 2 3
134	3	2	-	A1	1	0.560286	-0.000419	-0.17884	-0.20284	0.279088	0.137838	1 -3 4
134	3	2	-	A1	2	0.374171	0.000616	-1.502907	-1.526907	-0.270722	-0.147663	1 2 3 -4
134	3	2	-	A1	3	0.560286	0.000616	-0.17884	-0.20284	-0.270722	-0.147663	1 -3 -4
134	3	2	-	A1	4	0.374171	-0.000419	-1.502907	-1.526907	0.279088	0.137838	1 2 3 4
134	3	1	-	A1	9	0.292086	-0.000476	-0.467379	-0.491379	0.309633	0.153699	1 4
134	3	1	-	A1	10	0.292086	0.000673	-0.467379	-0.491379	-0.301267	-0.163524	1 -4
134	3	2	-	A1	17	0.91057	9.9E-005	-0.92583	-0.94983	0.004183	-0.004912	1 2 -3
134	3	2	-	A1	20	0.374171	9.9E-005	-1.502907	-1.526907	0.004183	-0.004912	1 2 3
134	3	2	-	A1	23	0.91057	-0.000419	-0.92583	-0.94983	0.279088	0.137838	1 2 -3 4
134	3	2	-	A1	25	0.91057	0.000616	-0.92583	-0.94983	-0.270722	-0.147663	1 2 -3 -4
134	4	2	-	A1	1	0.560286	-0.001809	-0.28626	-0.22684	0.210169	0.137838	1 -3 4
134	4	2	-	A1	2	0.374171	-0.000774	-2.27236	-1.550907	-0.19689	-0.147663	1 2 3 -4
134	4	2	-	A1	3	0.560286	-0.000774	-0.28626	-0.22684	-0.19689	-0.147663	1 -3 -4
134	4	2	-	A1	4	0.374171	-0.001809	-2.27236	-1.550907	0.210169	0.137838	1 2 3 4
134	4	1	-	A1	9	0.292086	-0.001866	-0.719068	-0.515379	0.232783	0.153699	1 4
134	4	1	-	A1	10	0.292086	-0.000717	-0.719068	-0.515379	-0.219505	-0.163524	1 -4
134	4	2	-	A1	17	0.91057	-0.001292	-1.406745	-0.97383	0.006639	-0.004912	1 2 -3
134	4	2	-	A1	20	0.374171	-0.001292	-2.27236	-1.550907	0.006639	-0.004912	1 2 3
134	4	2	-	A1	23	0.91057	-0.001809	-1.406745	-0.97383	0.210169	0.137838	1 2 -3 4
134	4	2	-	A1	25	0.91057	-0.000774	-1.406745	-0.97383	-0.19689	-0.147663	1 2 -3 -4
134	5	2	-	A1	2	0.374171	-0.002165	-3.053814	-1.574907	-0.123059	-0.147663	1 2 3 -4
134	5	2	-	A1	4	0.374171	-0.003199	-3.053814	-1.574907	0.14125	0.137838	1 2 3 4
134	5	1	-	A1	9	0.292086	-0.003257	-0.982757	-0.539379	0.155934	0.153699	1 4

134	5	1	–	A1	10	0.292086	–0.002107	–0.982757	–0.539379	–0.137743	–0.163524	1 –4
134	5	2	–	A1	17	0.91057	–0.002682	–1.89966	–0.99783	0.009095	–0.004912	1 2 –3
134	5	2	–	A1	20	0.374171	–0.002682	–3.053814	–1.574907	0.009095	–0.004912	1 2 3
134	5	2	–	A1	23	0.91057	–0.003199	–1.89966	–0.99783	0.14125	0.137838	1 2 –3 4
134	5	2	–	A1	24	0.023886	–0.002165	–1.559834	–0.827917	–0.123059	–0.147663	1 3 –4
134	5	2	–	A1	25	0.91057	–0.002165	–1.89966	–0.99783	–0.123059	–0.147663	1 2 –3 –4
134	5	2	–	A1	26	0.023886	–0.003199	–1.559834	–0.827917	0.14125	0.137838	1 3 4
138	1	2	–	A1	1	4.507895	0.005561	1.824313	0.023601	0.727945	–0	1 2 –3 –4
138	1	2	–	A1	2	1.818215	0.005561	0.5546	0.168399	–0.727236	0	1 3 4
138	1	2	–	A1	3	4.507895	0.005561	1.824313	0.023601	–0.727236	0	1 2 –3 4
138	1	2	–	A1	4	1.818215	0.005561	0.5546	0.168399	0.727945	–0	1 3 –4
138	1	1	–	A1	9	1.818215	0.005561	0.699398	0.096	0.000355	–0	1
138	1	1	–	A1	13	1.818215	0.005561	0.546979	0.172209	0.000355	–0	1 3
138	1	1	–	A1	16	1.818215	0.005561	0.851817	0.019791	0.000355	–0	1 –3
138	1	1	–	A1	17	4.649457	0.005561	1.7311	0.096	0.000355	–0	1 2
138	1	2	–	A1	19	4.507895	0.005561	1.824313	0.023601	0.000355	–0	1 2 –3
138	1	2	–	A1	23	4.507895	0.005561	1.679515	0.096	0.727945	–0	1 2 –4
138	1	1	–	A1	24	1.818215	0.005561	0.699398	0.096	–0.808079	0	1 4
138	1	2	–	A1	25	4.507895	0.005561	1.679515	0.096	–0.727236	0	1 2 4
138	1	1	–	A1	26	1.818215	0.005561	0.699398	0.096	0.808789	–0	1 –4
138	2	2	–	A1	1	4.507895	0.004171	1.830113	–0.000399	0.727945	–0	1 2 –3 –4
138	2	1	–	A1	2	1.818215	0.004171	0.741398	0.072	–0.808079	0	1 4
138	2	2	–	A1	3	4.507895	0.004171	1.830113	–0.000399	–0.727236	0	1 2 –3 4
138	2	1	–	A1	4	1.818215	0.004171	0.741398	0.072	0.808789	–0	1 –4
138	2	1	–	A1	9	1.818215	0.004171	0.741398	0.072	0.000355	–0	1
138	2	1	–	A1	13	1.818215	0.004171	0.627084	0.148209	0.000355	–0	1 3
138	2	1	–	A1	16	1.818215	0.004171	0.855712	–0.004209	0.000355	–0	1 –3
138	2	1	–	A1	17	4.649457	0.004171	1.7731	0.072	0.000355	–0	1 2
138	2	2	–	A1	19	4.507895	0.004171	1.830113	–0.000399	0.000355	–0	1 2 –3
138	2	2	–	A1	23	4.507895	0.004171	1.721515	0.072	0.727945	–0	1 2 –4
138	2	2	–	A1	25	4.507895	0.004171	1.721515	0.072	–0.727236	0	1 2 4
138	3	2	–	A1	1	4.507895	0.00278	1.823914	–0.024399	0.727945	–0	1 2 –3 –4
138	3	1	–	A1	2	1.818215	0.00278	0.771398	0.048	–0.808079	0	1 4
138	3	2	–	A1	3	4.507895	0.00278	1.823914	–0.024399	–0.727236	0	1 2 –3 4
138	3	1	–	A1	4	1.818215	0.00278	0.771398	0.048	0.808789	–0	1 –4
138	3	1	–	A1	9	1.818215	0.00278	0.771398	0.048	0.000355	–0	1
138	3	1	–	A1	13	1.818215	0.00278	0.695188	0.124209	0.000355	–0	1 3
138	3	1	–	A1	14	1.818215	0.00278	0.847607	–0.028209	0.000355	–0	1 –3
138	3	1	–	A1	17	4.649457	0.00278	1.8031	0.048	0.000355	–0	1 2
138	3	2	–	A1	19	4.507895	0.00278	1.823914	–0.024399	0.000355	–0	1 2 –3
138	3	2	–	A1	23	4.507895	0.00278	1.751515	0.048	0.727945	–0	1 2 –4
138	3	2	–	A1	25	4.507895	0.00278	1.751515	0.048	–0.727236	0	1 2 4
138	4	2	–	A1	1	4.507895	0.00139	1.805714	–0.048399	0.727945	–0	1 2 –3 –4
138	4	1	–	A1	2	1.818215	0.00139	0.789398	0.024	–0.808079	0	1 4
138	4	2	–	A1	3	4.507895	0.00139	1.805714	–0.048399	–0.727236	0	1 2 –3 4
138	4	1	–	A1	4	1.818215	0.00139	0.789398	0.024	0.808789	–0	1 –4
138	4	1	–	A1	9	1.818215	0.00139	0.789398	0.024	0.000355	–0	1
138	4	1	–	A1	13	1.818215	0.00139	0.751293	0.100209	0.000355	–0	1 3
138	4	1	–	A1	14	1.818215	0.00139	0.827502	–0.052209	0.000355	–0	1 –3
138	4	1	–	A1	17	4.649457	0.00139	1.8211	0.024	0.000355	–0	1 2
138	4	2	–	A1	23	4.507895	0.00139	1.769515	0.024	0.727945	–0	1 2 –4
138	4	2	–	A1	25	4.507895	0.00139	1.769515	0.024	–0.727236	0	1 2 4
138	5	2	–	A1	1	4.507895	0	1.775515	–0	0.727945	–0	1 2 –4
138	5	1	–	A1	2	1.818215	–0	0.795398	–0	–0.808079	0	1 4
138	5	2	–	A1	3	4.507895	–0	1.775515	–0	–0.727236	0	1 2 4
138	5	1	–	A1	4	1.818215	0	0.795398	–0	0.808789	–0	1 –4
138	5	1	–	A1	13	1.818215	–0	0.795398	0.076209	0.000355	–0	1 3
138	5	1	–	A1	14	1.818215	–0	0.795398	–0.076209	0.000355	–0	1 –3
138	5	1	–	A1	17	4.649457	–0	1.8271	–0	0.000355	–0	1 2
146	1	1	–	A1	1	–1.879939	–0.731822	0	0.332581	2.771365	0.67108	1 –4
146	1	1	–	A1	2	–1.879939	0.731408	0	0.332581	–2.733821	–0.673399	1 4
146	1	2	–	A1	13	–3.619442	0.658247	0	1.027431	–2.458561	–0.606175	1 2 3 4
146	1	2	–	A1	15	–3.619442	–0.658661	0	1.027431	2.496106	0.603856	1 2 3 –4
146	1	2	–	A1	18	–5.00292	–0.000207	0	0.563746	0.018772	–0.00116	1 2 –3
146	1	1	–	A1	31	–1.151793	–0.000207	0	0.576626	0.018772	–0.00116	1 3
146	1	2	–	A1	41	–3.619442	–0.000207	0	1.027431	0.018772	–0.00116	1 2 3
146	2	2	–	A1	1	–3.462659	–0.658661	3.082294	1.027431	0.859984	0.486892	1 2 3 –4
146	2	2	–	A1	2	–2.414895	0.658247	0.302216	0.100739	–0.815481	–0.489211	1 –3 4
146	2	2	–	A1	3	–3.462659	0.658247	3.082294	1.027431	–0.815481	–0.489211	1 2 3 4
146	2	2	–	A1	4	–2.414895	–0.658661	0.302216	0.100739	0.859984	0.486892	1 –3 –4
146	2	1	–	A1	9	–1.723156	0.731408	0.997744	0.332581	–0.908563	–0.543439	1 4
146	2	1	–	A1	10	–1.723156	–0.731822	0.997744	0.332581	0.953065	0.54112	1 –4

146	2	2	-	A1	18	-4.846137	-0.000207	1.691237	0.563746	0.022251	-0.00116	1 2 -3
146	2	2	-	A1	19	-3.462659	-0.000207	3.082294	1.027431	0.022251	-0.00116	1 2 3
146	2	2	-	A1	24	-4.846137	0.658247	1.691237	0.563746	-0.815481	-0.489211	1 2 -3 4
146	2	2	-	A1	26	-4.846137	-0.658661	1.691237	0.563746	0.859984	0.486892	1 2 -3 -4
146	2	1	-	A1	31	-0.995009	-0.000207	1.729879	0.576626	0.022251	-0.00116	1 3

26.3.3. Перемещения основных узлов схемы

26.3.3.1. Изгиб стоек

Рис 2.2. Номера узлов схемы

Единицы измерения линейных перемещений: мм

Единицы измерения угловых перемещений: RD*1000

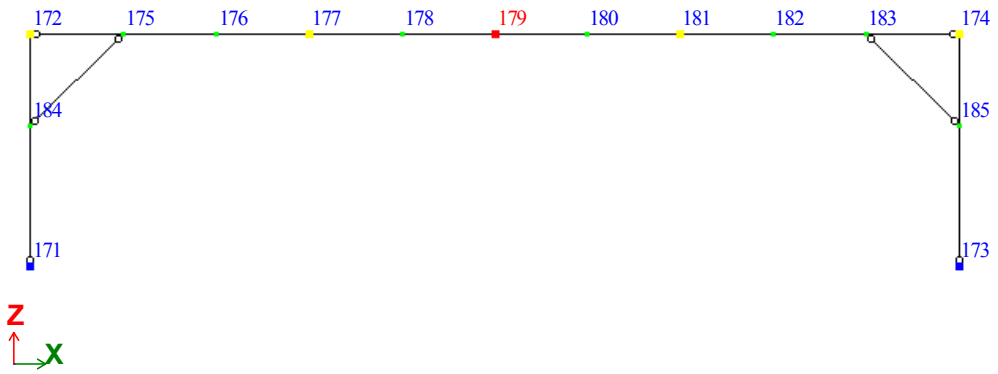
Таблица узлов: перемещения							
№ РСН	№ узла	X (мм)	Y (мм)	Z (мм)	UX рад*1000)	UY рад*1000)	UZ рад*1000)
1	172	- 0.027	0.209	- 0.047	- 0.084	0.714	0.007
2	172	- 0.071	0.209	- 0.116	- 0.084	1.840	0.007
3	172	- 6.371	0.209	- 0.015	- 0.084	0.505	0.007
4	172	- 0.027	- 17.172	- 0.047	4.910	0.714	- 3.654
5	172	6.317	0.209	- 0.079	- 0.084	0.924	0.007
6	172	- 0.027	**17.590**	- 0.047	- 5.077	0.714	3.669
7	172	- 6.095	- 15.433	- 0.082	4.411	1.585	- 3.288
8	172	- 6.095	15.852	- 0.082	- 4.578	1.585	3.303
9	172	5.958	- 15.433	- 0.143	4.411	1.982	- 3.288
10	172	5.958	15.852	- 0.143	- 4.578	1.982	3.303
1	174	0.027	0.209	- 0.047	- 0.084	- 0.714	- 0.007
2	174	0.071	0.209	- 0.116	- 0.084	- 1.840	- 0.007
3	174	- 6.317	0.209	- 0.079	- 0.084	- 0.924	- 0.007
4	174	0.027	- 17.172	- 0.047	4.910	- 0.714	3.654
5	174	6.371	0.209	- 0.015	- 0.084	- 0.505	- 0.007
6	174	0.027	**17.590**	- 0.047	- 5.077	- 0.714	- 3.669
7	174	- 5.958	- 15.433	- 0.143	4.411	- 1.982	3.288
8	174	- 5.958	15.852	- 0.143	- 4.578	- 1.982	- 3.303
9	174	6.095	- 15.433	- 0.082	4.411	- 1.585	3.288
10	174	6.095	15.852	- 0.082	- 4.578	- 1.585	- 3.303

Максимальный изгиб от 6-го сочетания – 17.59 мм

Допустимый изгиб 1/150 высоты = 5000мм/150=33,33 мм

Максимальный изгиб не превышает допустимый.

26.3.3.2. Прогиб балок



Единицы измерения линейных перемещений: мм

Единицы измерения угловых перемещений: RD*1000

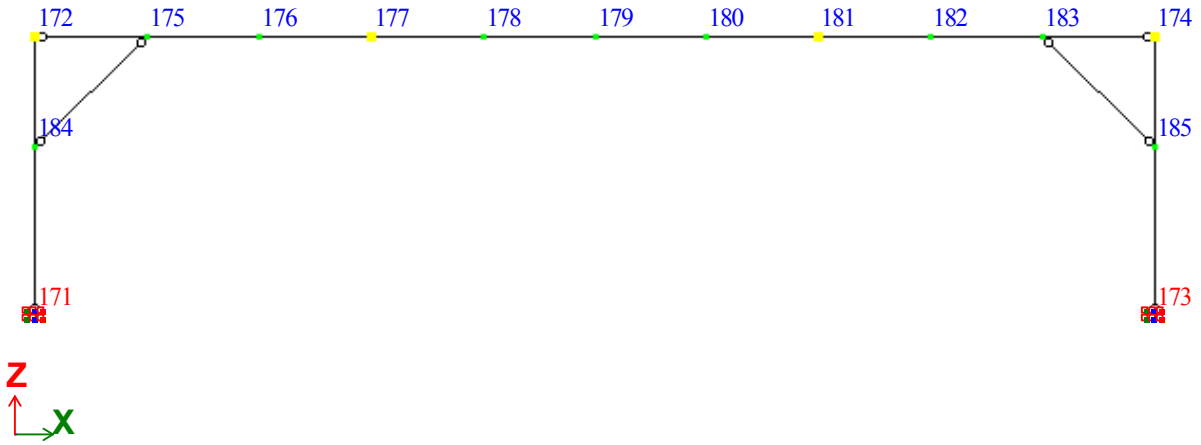
Таблица узлов: перемещения							
№ РСН	№ узла	X (мм)	Y (мм)	Z (мм)	UX рад*1000)	UY рад*1000)	UZ рад*1000)
1	179	0.000	0.219	- 9.195	- 12.172	0.000	0.000
2	179	0.000	0.219	**- 23.086**	- 12.172	0.000	0.000
3	179	- 6.364	0.219	- 9.195	- 12.172	0.435	0.000
4	179	0.000	- 47.247	- 9.195	- 6.529	0.000	0.000
5	179	6.364	0.219	- 9.195	- 12.172	- 0.435	0.000
6	179	0.000	47.684	- 9.195	- 17.816	0.000	0.000
7	179	- 6.046	- 42.500	- 22.391	- 7.093	0.414	0.000
8	179	- 6.046	42.938	- 22.391	- 17.251	0.414	0.000
9	179	6.046	- 42.500	- 22.391	- 7.093	- 0.414	0.000
10	179	6.046	42.938	- 22.391	- 17.251	- 0.414	0.000

Максимальный прогиб от 2-го сочетания – 23.086 мм

Допустимый прогиб 1/300 пролета = 20000мм/300=66.67 мм

Максимальный прогиб не превышает допустимый.

26.3.4.Нагрузки на фундамент



Номер РСН	УЗЕЛ	RX, т	RY, т	RZ, т	RUX, т*м	RUZ, т*м
1 - РСН1	171	0.332581	0.00116	1.87993	0.018772	-0.00021
2 - РСН2	171	0.819957	0.00116	4.43914	0.018772	-0.00021
3 - РСН3	171	0.576626	0.00116	1.15179	0.018772	-0.00021
4 - РСН4	171	0.332581	0.673399	1.87993	-2.73382	0.731408
5 - РСН5	171	0.088536	0.00116	2.60808	0.018772	-0.00021
6 - РСН6	171	0.332581	-0.67108	1.87993	2.77136	-0.73182
7 - РСН7	171	1.02743	0.606175	3.61944	-2.45856	0.658247
8 - РСН8	171	1.02743	-0.60386	3.61944	2.4961	-0.65866
9 - РСН9	171	0.563746	0.606175	5.00292	-2.45856	0.658247
10 - РСН10	171	0.563746	-0.60386	5.00292	2.4961	-0.65866
1 - РСН1	173	-0.33258	0.00116	1.87993	0.018772	0.000207
2 - РСН2	173	-0.81996	0.00116	4.43914	0.018772	0.000207
3 - РСН3	173	-0.08854	0.00116	2.60808	0.018772	0.000207
4 - РСН4	173	-0.33258	0.673399	1.87993	-2.73382	-0.73141
5 - РСН5	173	-0.57663	0.00116	1.15179	0.018772	0.000207
6 - РСН6	173	-0.33258	-0.67108	1.87993	2.77136	0.731822
7 - РСН7	173	-0.56375	0.606175	5.00292	-2.45856	-0.65825
8 - РСН8	173	-0.56375	-0.60386	5.00292	2.4961	0.658661
9 - РСН9	173	-1.02743	0.606175	3.61944	-2.45856	-0.65825
10 - РСН10	173	-1.02743	-0.60386	3.61944	2.4961	0.658661

26.4. Проверочный расчет элементов пролетного строения

26.4.1. Правила чтения результатов в СТК-САПР

Вид результатов расчета

Для всех рассчитанных сечений элементов выводятся результаты проверок по прочности и устойчивости (по первому предельному состоянию), гибкости и прогибу (по второму предельному состоянию). Результаты выводятся в виде процентов использования сечения в сравнении с предельной несущей способностью по той или другой проверке. То есть, результат всегда равен:

$$\text{Процент использования по проверке } \%ис = \frac{100\% * \text{максимальное значение}}{\text{предельная несущая способность}}$$

При формировании результатов использовано также понятие процента использования по 1-му предельному состоянию и по 2-му предельному состоянию.

Процент использования сечения по 1-му предельному состоянию (1ПС) –

наибольший из процентов по проверкам прочности и устойчивости, взятый по всем РСУ.

%ис1ПС = max{%ис(i)} -- по прочности, устойчивости,

Процент использования сечения по 2-му предельному состоянию (2ПС) – наибольший из процентов по проверкам предельной гибкости или прогибу, взятый по всем РСУ.

%ис2ПС = max{%ис(i)} -- по гибкости, прогибу,

где i - количество расчетных сочетаний усилий (РСУ).

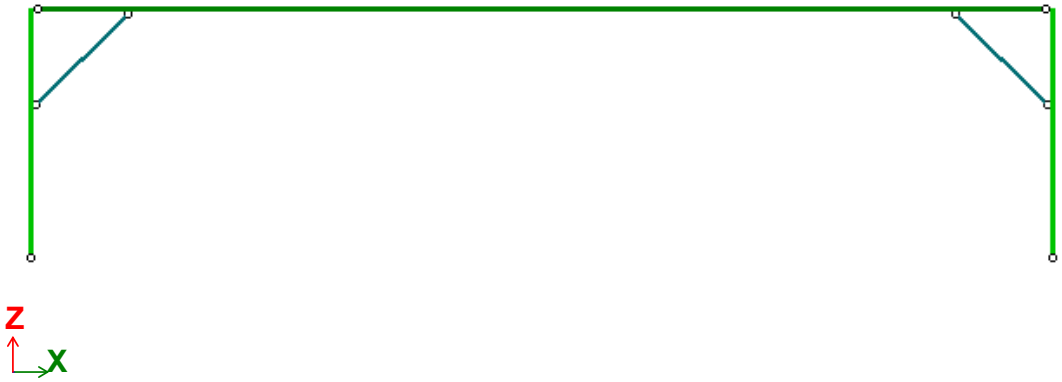
Результаты расчета представляются в виде процентов использования в табличной форме, в виде мозаики или в окне локального расчета.

Смысл столбцов таблиц следующий:

ЭЛЕМЕНТ	Номер конечного элемента
НС	Номер сечения по длине конечного элемента
ГРУППА	Группа унификации элемента, конструктивный элемент
ШАГ РЕБЕР (РЕШЕТКИ)	Шаг поперечных ребер жесткости или соединительной решетки (планок – в свету)
ШАГ ПЛАНОК	Шаг поперечных соединительных планок в свету
Фb min	Минимальный коэффициент поперечного изгиба
Далее следуют проценты исчерпания несущей способности по проверкам СНиП:	
нор	нормальные напряжения
тау	касательные напряжения
с1	приведенные напряжения
УБ	общая устойчивость балки
УY1	устойчивость относительно оси Y1
УZ1	устойчивость относительно оси Z1
УYZ	устойчивость колонны, сжатой в 2-х плоскостях
ГY1	предельная гибкость относительно оси Y1
ГZ1	предельная гибкость относительно оси Z1
Г>Г*	В балке – прогиб.
УС	местная устойчивость стенки
УП	местная устойчивость сжатого пояса
Прг	относительный прогиб балки
1ПС	Сводный процент использования сечения по 1-му предельному состоянию
2ПС	Сводный процент использования сечения по 2-му предельному состоянию
М.У	Сводный процент использования сечения по местной устойчивости
ДЛИНА ЭЛЕМЕНТ	Геометрическая длина конструктивного элемента

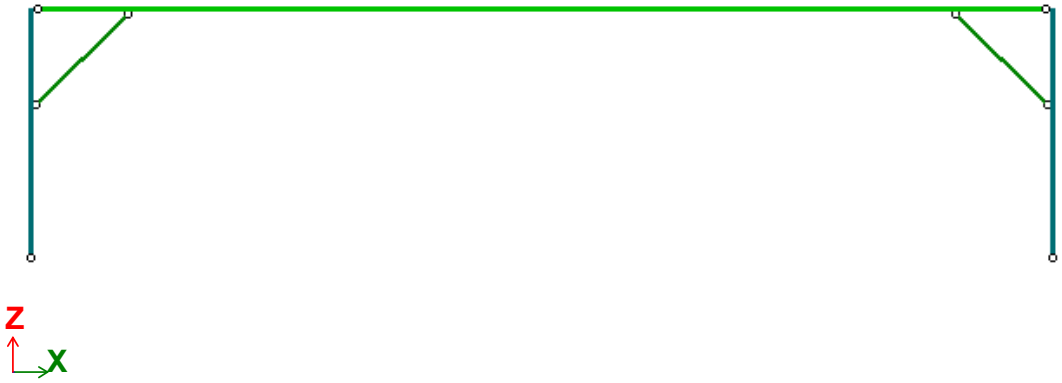
26.4.2.Мозаики результатов проверки

Вариант конструирования:Вариант 1
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП II-23-81*)



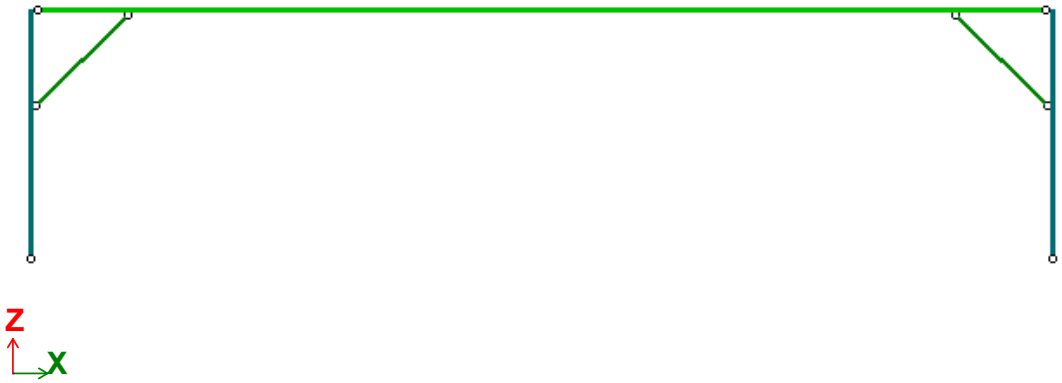
Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию

Вариант конструирования:Вариант 1
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП II-23-81*)



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2 предельному состоянию

Вариант конструирования:Вариант 1
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП II-23-81*)

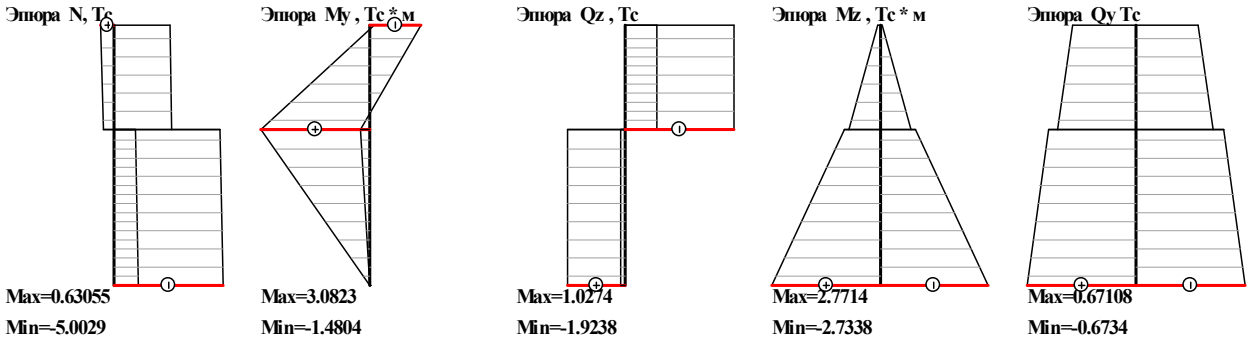


Мозаика результатов проверки назначенных сечений по местной устойчивости

26.4.3.Локальная проверка элементов

На ниже представленных листах подраздела приведены локальные проверки наиболее нагруженных элементов из групп заданных жесткостей. На листе расчета элемента отображается расчетная схема элемента, огибающие эпюры усилий, возникающих в элементе; таблица, содержащая исходные данные для расчета элемента и таблица, содержащая подробные результаты расчета элемента и его поперечного сечения.

1. Труба 273 x 8 (СТ1)



Шифр задачи : 4575-3-пролетные_20

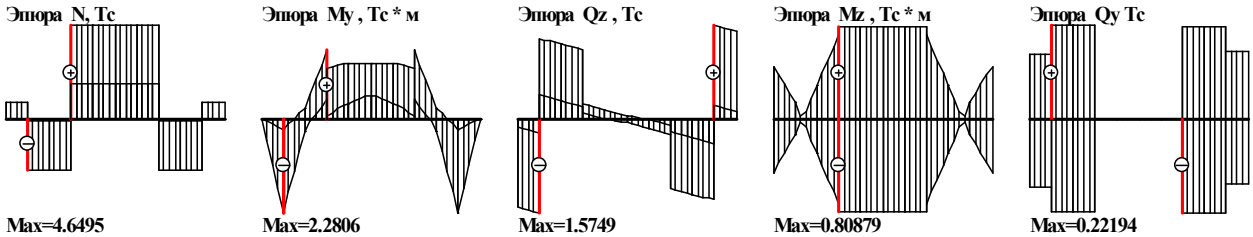
Конструктивный элемент КК2

ограниченияcм							
Y max	Z max		Y min		Z min		tw min
300.00	300.00		1.00		1.00		0.10
расчетная длинам			коэф-ты усл. раб.		коэфф.	тип	шаг ребер/
отн. Z1	отн. Y1	для Фе	по прочн.	по уст.	надежности	колонны	планок
5.00	5.00	4.25	1.00	1.00	1.00	основн	нет

Результаты проверки (СНиП II-23-81*)

Сечение	1. Труба 273 x 8				
Профиль	273 x 8; ГОСТ 10704-76*				
Сталь	С255; ГОСТ 27772-2015; Стали по ГОСТ 27772-2015, листовой, ш...				
Сортамент	Трубы стальные электросварные прямошовные (ГОСТ 10704-76*)				
проценты использования по 1ПС					
по норм.	уст.отн.Y1	уст.отн.Z1	устойч. YZ	уст.стенки	уст.полок
32.6	23.8	20.6	35.6	0.0	0.0
проценты использов.по 2ПС		сводные%%использов.			шаг ребер/
гибк. отн.Y1	гибк. отн.Z1	1ПС	2ПС	местн.устойч.	планок
35.6	35.6	35.6	35.6	0.0	нет

2. Коробка из швеллеров 30 (Б1-Б4)



Шифр задачи : 4575-3-пролетные_20

Конструктивный элемент КБ1

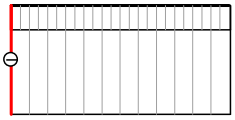
ограниченияcм							
Ymax	Zmax		Ymin		Zmin		twmin
300.00	300.00		1.00		1.00		0.10
расчетная длинам			коэф-ты усл. раб.		коэфф.	тип	шаг ребер/
отн. Z1	отн. Y1	ветвей	по прочн.	по уст.	надежности	колонны	решетки
0.00	0.00	0; 0	1.00	1.00	1.00	основн	2.00

Результаты проверки (СНиП II-23-81*)

Сечение	1. Два швеллера				
проценты использования по 1ПС				шаг решетки/	расст.в осях
по норм.	уст.отн.Y1	уст.отн.Z1	устойч. YZ	планок, м	ветвей, см
17.8	0.0	0.0	0.0	2.00	14.3
проценты использов.по 2ПС			сводные%%использов.		
гибк. отн.Y1	гибк. отн.Z1	прогиб	1ПС	2ПС	местн.устойч.
0.0	21.4	21.5	0.0	21.5	0.0
Сечение	30П ветвь; стыковка 20 см				
Профиль	30П; ГОСТ 8240-97				
Сталь	С245; ГОСТ 27772-2015; Стали по ГОСТ 27772-2015, листовой, ш...				
Сортамент	Швеллеры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок ...				
проценты использования по 1ПС					
по норм.	уст.отн.Y1	уст.отн.Z1	устойч. YZ	уст.стенки	уст.полок
17.8	16.5	22.3	7.2	88.1	40.1
проценты использов.по 2ПС		сводные%%использов.			шаг ребер/
гибк. отн.Y1	гибк. отн.Z1	1ПС	2ПС	местн.устойч.	планок
0.0	42.8	22.3	42.8	88.1	нет
Сечение	16П планка				
Профиль	16П; ГОСТ 8240-97				
Сталь	С245; ГОСТ 27772-2015; Стали по ГОСТ 27772-2015, листовой, ш...				
Сортамент	Швеллеры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок ...				
проценты использования по 1ПС					
норм.	касат.	приведен.	общ.уст.	уст.стен.	уст.пояс.
7.3	23.7	21.7	0.0	0.0	0.0
прогиб	шаг ребер/	наименьший	сводные%%использов.		
	планок	коэф.Фb	1ПС	2ПС	местн.устойч.
0	нет	1.000	23.7	0.0	0.0

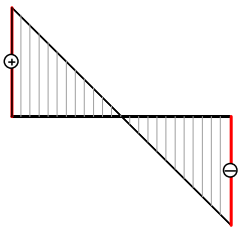
3. Два уголка 100 x 7 (Вс)

Эпюра N, Тс



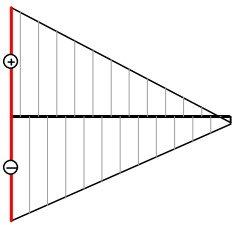
Max=-0.93503
Min=-4.1812

Эпюра Qz , Тс



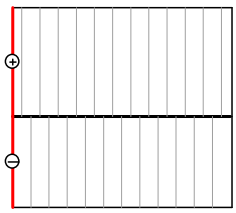
Max=0.00754
Min=-0.00754

Эпюра Mz , Тс * м



Max=0.1805
Min=-0.1725

Эпюра Qy Тс



Max=0.068238
Min=-0.057073

Шифр задачи : 4575-3-пролетные_20

Элемент 150

ограниченияcм				
Ymax	Zmax	Ymin	Zmin	twmin
300.00	300.00	1.00	1.00	0.10

расчетная длинам		тип элемента	коэф-ты усл. раб.		коэфф. надежности
отн. Y1	отн. Z1	сжатый пояс или опорный раскос	по прочн.	по уст.	
1.41	2.83		1.00	1.00	1.00

Результаты проверки (СНиП II-23-81*)

Сечение	1. Два уголка 100 x 100 x 7; стыковка 1 см
Профиль	100 x 100 x 7; ГОСТ 8509-93
Сталь	С245; ГОСТ 27772-2015; Стали по ГОСТ 27772-2015, листовой, ш...
Сортамент	Уголки стальные горячекатаные равнополочные (ГОСТ 8509-93)

проценты использования по 1ПС					
по норм.	уст.отн.Y1	уст.отн.Z1	Fi мин.	уст.стенки	уст.полок
6.5	7.4	8.2	0.79	0.0	56.4

проценты использов.по 2ПС		сводные%%использов.			шаг ребер/ планок
гибк. отн.Y1	гибк. отн.Z1	1ПС	2ПС	местн.устойч.	
30.6	42.4	8.2	42.4	56.4	1.233

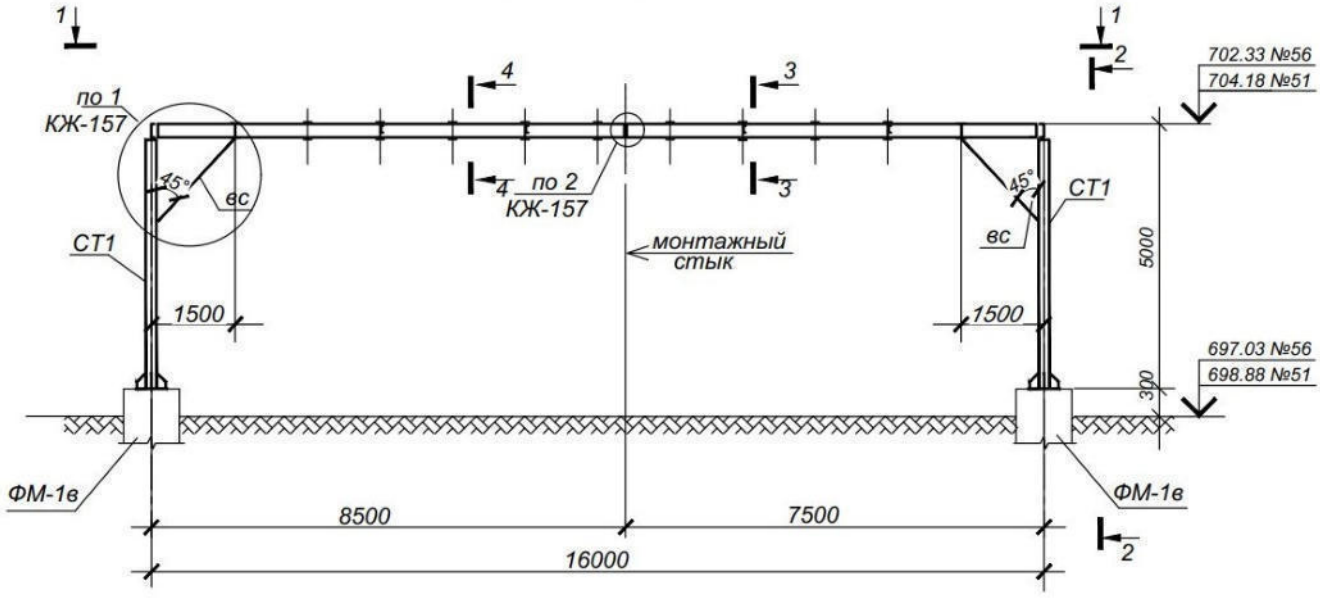
27. Расчет пролетного строения №51, №56 (№6, №14, №28, №34)

27.1. Конструктивная схема объекта

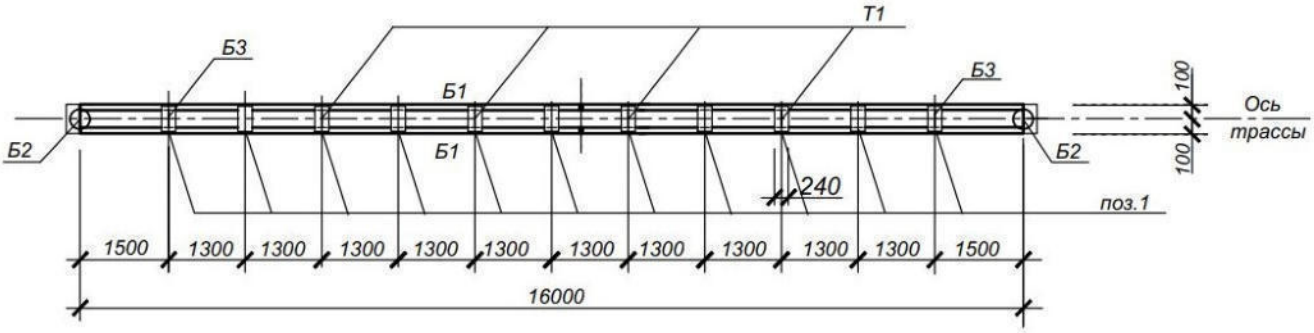
Объект расчета 4575-3-С11-КЖ.Р – это пролетное строение высотой h=5м, длиной L=16м.

Стойки пролетного строения из стальной трубы ф273х8. Балки прямоугольного сечения из двух швеллеров [27, с раздвижкой на 200мм, траверсы из швеллера [12. Для уменьшения прогиба балки в узлах сопряжения со стойками устроены подкосы таврового сечения из двух уголков L100х7.

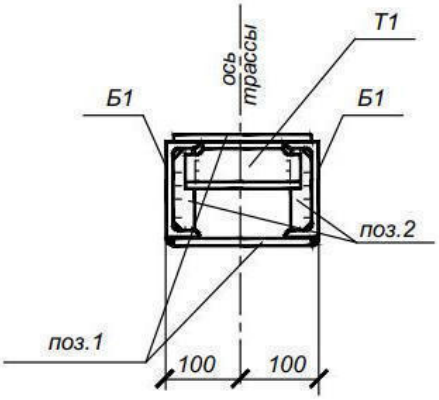
Переходы №51,№56



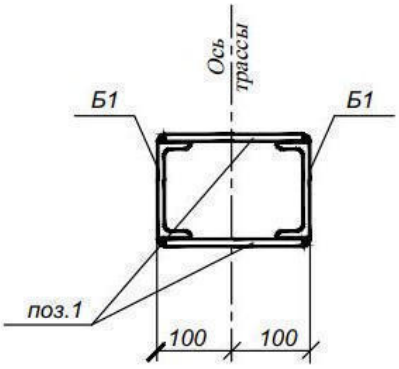
1-1



3 - 3



4 - 4



27.2. Расчетная схема

27.2.1. Общая характеристика расчетной схемы

Расчет производился в пространственной постановке с упругими жесткостными характеристиками материалов на действие основных сочетаний нагрузок. Создание расчетной схемы и все расчеты производились с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2019

При создании конечно-элементной модели использовались следующие типы конечных элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ;

Тип 42. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки

27.2.2. Визуализация расчетной схемы сооружения

Объект расчета представлен системой конечных элементов, показанной на нижеследующих рисунках подраздела. Конечно-элементной схеме предшествует 3D-изображение, выполненное в ВИЗОР-САПР.

Опорные узлы представлены цветной палеткой из шести ячеек, где три верхних ячейки соответствуют X, Y, Z, а три нижних - UX, UY, UZ. Присутствие цвета в ячейке обозначает наложенную связь .

Моделирование абсолютно жестких тел (АЖТ) в узлах схемы, помечается оранжевым цветом узла.

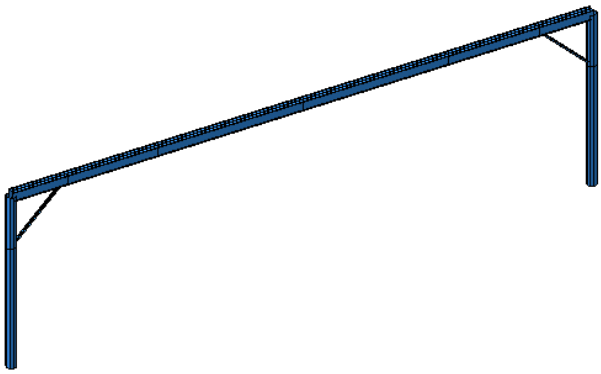


Рис 1. Общий вид 3D расчетной схемы (КЭ плит покрытия не показаны)

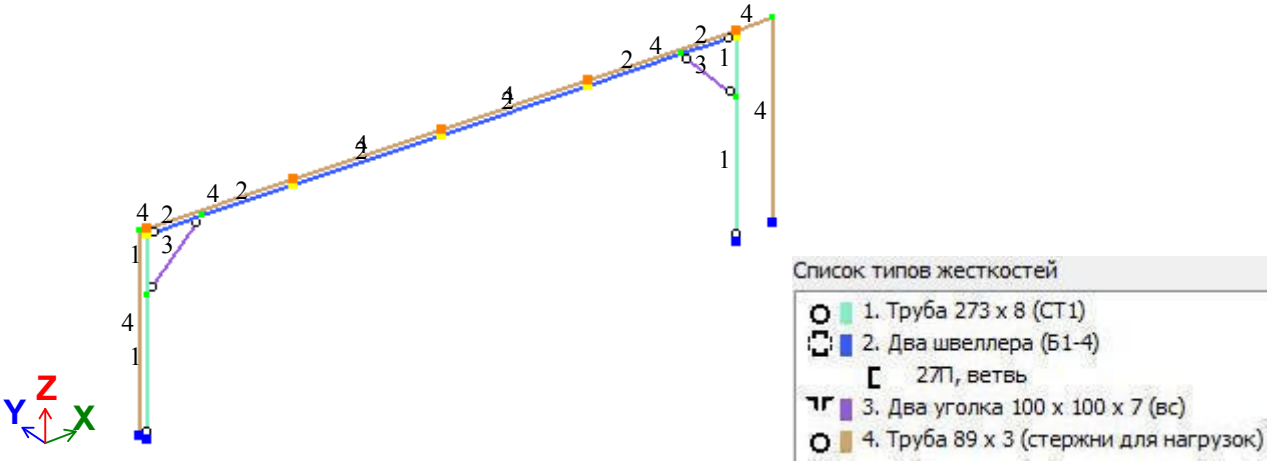


Рис 2. Общий вид расчетной схемы

27.2.3. Сбор нагрузок

№	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Нормативная нагрузка	$K_{нагр}$	$K_{отв}$	Расчетная нагрузка	Прим.[1]
1	2	3	4	5	6	7	8
Постоянные нагрузки							
1	Вес металлических конструкций каркаса, заданных в расчетную схему, определяется программно в зависимости от принятых сечений элементов, $K_{нагр}$=1.1						1
Временные длительные нагрузки							
2	**Нагрузка от технологических трубопроводов**						
	Технологическая	тс/м²	0.1	1.2	0.95	**0.114**	2
3	**Температурные технологические воздействия**						
	Сила трения (μ=0.3)	тс/м²	0.03	1.2	0.95	**0.0342**	3
Кратковременные нагрузки							
4	**Нагрузка от ветра (III район)**						
	Ветровая нагрузка	тс/м²	0.038	1.2	0.95	**0.04332**	4

1. В примечаниях (8) указан номер загружения для программного расчета.
2. Расчет приведен на последующих листах подраздела

27.2.4. Загружения и расчетные сочетания

№ загр.	Имя загр.	Вид	Зн. пер.	Вз. искл.	Коэф. над.	Доля д лит.	РСН1	РСН2	РСН3	РСН4	РСН5	РСН6
1	с.в.	Постоянная (П)	+	0	1.1	1	1	1	1	1	1	1
2	техн	Длительная (Д)	+	0	1.2	1	0	1	0	0	0	0
3	трение по оси	Длительная (Д)	+/-	0	1.2	1	0	0	1	0	-1	0
4	ветровая	Кратковременная (К)	+/-	0	1.4	0.35	0	0	0	1	0	-1

№ загр.	Имя загр.	Вид	Зн. пер.	Вз. искл.	Коэф. над.	Доля длит.	РСН7	РСН8	РСН9	РСН10
1	с.в.	Постоянная (П)	+	0	1.1	1	1	1	1	1
2	техн	Длительная (Д)	+	0	1.2	1	0.95	0.95	0.95	0.95
3	трение по оси	Длительная (Д)	+/-	0	1.2	1	0.95	0.95	-0.95	-0.95
4	ветровая	Кратковременная (К)	+/-	0	1.4	0.35	7	8	9	10

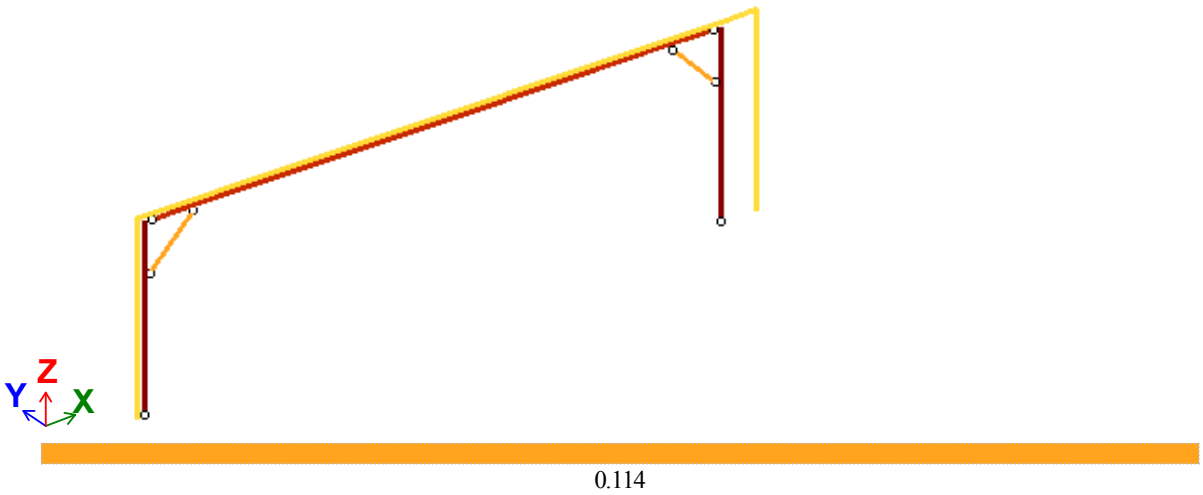
При выборе РСУ рассматриваются:

1-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение и одно, наиболее опасное, из временных (длительных или кратковременных) с коэффициентами сочетаний K_1=1.

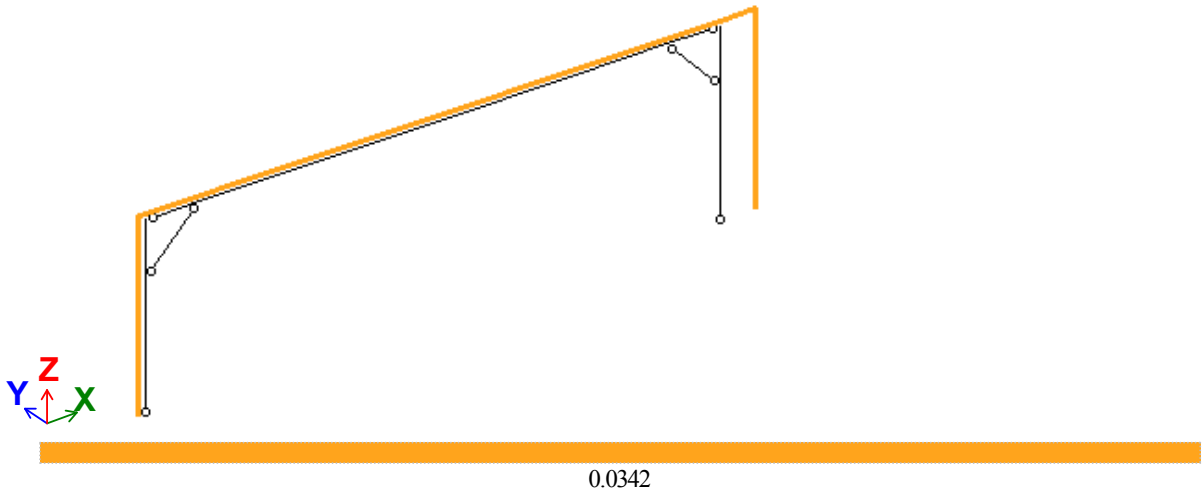
2-ое основное сочетание, включающее постоянное загружение с коэффициентом K_2=1, все длительные загружения с коэффициентом K_2=0.95 и все кратковременные с коэффициентом K_2=0.9.

27.2.5. Цветовые мозаики заданных нагрузок

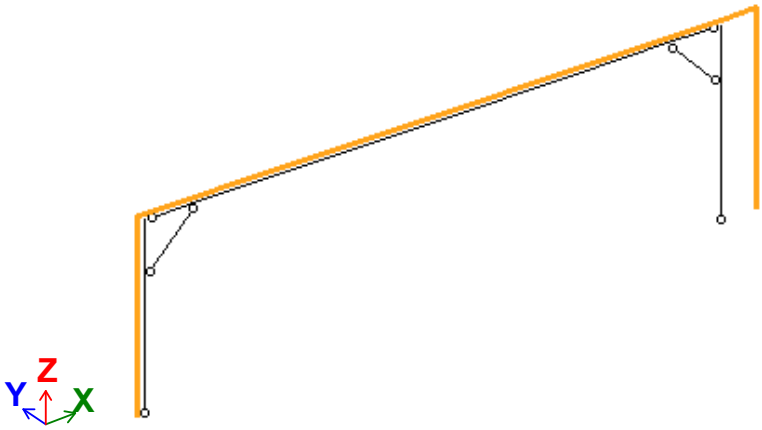
с.в.
Мозаика q(лин.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м



техн
Мозаика q(лин.) вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - т/м

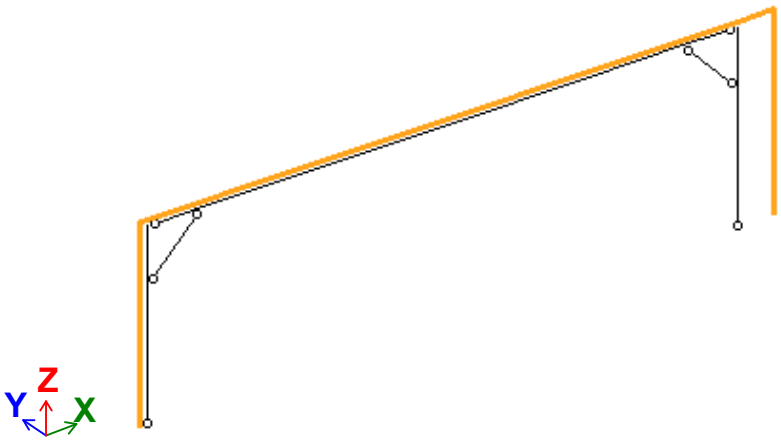


трение по оси
Мозаика q(лин.) вдоль оси X(G)
Единицы измерения - т/м



0.0433

ветровая
Мозаика q(лин.) вдоль оси Y(G)
Единицы измерения - т/м



27.3. Результаты расчета

27.3.1. Протокол расчета

GenuineIntel Intel(R) Core(TM) i5-3340 CPU @ 3.10GHz 4 cores 4 threads 4(1048576) L2 cache
Microsoft Windows 7 Professional RUS Service Pack 1 (SP v.1.0) 64-bit. Build 7601
Размер доступной физической памяти = 12270910976
14:04 Чтение исходных данных из файла D:\LiraData_2020\4575-3-пролетные_16.txt
14:04 Контроль исходных данных основной схемы
Количество узлов = 225 (из них количество неудаленных = 20)
Количество элементов = 233 (из них количество неудаленных = 20)
ОСНОВНАЯ СХЕМА
14:04 Оптимизация порядка неизвестных
Количество неизвестных = 66
РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ
14:04 Формирование матрицы жесткости
14:04 Формирование векторов нагрузок
14:04 Разложение матрицы жесткости
14:04 Вычисление неизвестных
14:04 Контроль решения
Формирование результатов
14:04 Формирование топологии
14:04 Формирование перемещений
14:04 Вычисление и формирование усилий в элементах
14:04 Вычисление и формирование реакций в элементах
14:04 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях
14:04 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях
Суммарные узловые нагрузки на основную схему:
Загружение 1 PX=0 PY=0 PZ=1.49559 PUX=0.0444864 PUY=-4.47233e-019 PUZ=0 PW=0
Загружение 2 PX=0 PY=0 PZ=3.1008 PUX=0 PUY=4.51679e-016 PUZ=0 PW=0
Загружение 3 PX=0.93024 PY=0 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0 PW=0
Загружение 4 PX=0 PY=1.1783 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0 PW=0
Расчет успешно завершен
Затраченное время = 0 мин

27.3.2. Расчетные сочетания усилий в элементах схемы

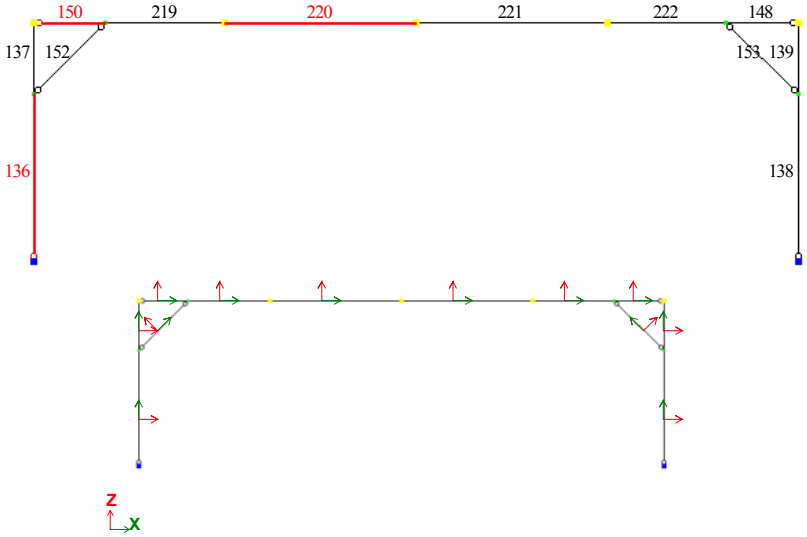


Рис 2.1. Номера элементов, местные оси стержней

Единицы измерения усилий: т

Единицы измерения моментов: т*м

Таблица РСУ

№ эл	№ сечен	№ столбца	Кран/ сейсм	Группа РСУ	Критерий	Усилия						№№ загруж
						N (т)	Mk (т*м)	My (т*м)	Qz (т)	Mz (т*м)	Qy (т)	
136	1	1	–	A1	1	-1.012224	-0.571589	0	0.207194	2.263679	0.450774	1 -4
136	1	1	–	A1	2	-1.012224	0.571618	0	0.207194	-2.219899	-0.450846	1 4
136	1	2	–	A1	13	-2.451771	0.514458	0	0.953403	-1.99572	-0.405765	1 2 3 4
136	1	2	–	A1	15	-2.451771	-0.514428	0	0.953403	2.0395	0.405693	1 2 3 -4
136	1	2	–	A1	18	-2.866	1.5E-005	0	0.266124	0.02189	-3.6E-005	1 2 -3
136	1	1	–	A1	31	-0.794208	1.5E-005	0	0.568919	0.02189	-3.6E-005	1 3
136	1	1	–	A1	32	-1.23024	1.5E-005	0	-0.154532	0.02189	-3.6E-005	1 -3
136	1	2	–	A1	41	-2.451771	1.5E-005	0	0.953403	0.02189	-3.6E-005	1 2 3
136	2	2	–	A1	1	-2.268857	-0.514428	3.336909	0.953403	0.619573	0.405693	1 2 3 -4
136	2	2	–	A1	2	-1.036425	0.514458	-0.477561	-0.136446	-0.575543	-0.405765	1 -3 4
136	2	2	–	A1	3	-2.268857	0.514458	3.336909	0.953403	-0.575543	-0.405765	1 2 3 4
136	2	2	–	A1	4	-1.036425	-0.514428	-0.477561	-0.136446	0.619573	0.405693	1 -3 -4
136	2	1	–	A1	9	-0.82931	0.571618	0.725177	0.207194	-0.641938	-0.450846	1 4
136	2	1	–	A1	10	-0.82931	-0.571589	0.725177	0.207194	0.685969	0.450774	1 -4
136	2	2	–	A1	18	-2.683087	1.5E-005	0.931433	0.266124	0.022015	-3.6E-005	1 2 -3
136	2	2	–	A1	19	-2.268857	1.5E-005	3.336909	0.953403	0.022015	-3.6E-005	1 2 3
136	2	1	–	A1	20	-1.047326	1.5E-005	-0.540863	-0.154532	0.022015	-3.6E-005	1 -3
136	2	2	–	A1	24	-2.683087	0.514458	0.931433	0.266124	-0.575543	-0.405765	1 2 -3 4
136	2	2	–	A1	26	-2.683087	-0.514428	0.931433	0.266124	0.619573	0.405693	1 2 -3 -4
136	2	1	–	A1	31	-0.611294	1.5E-005	1.991217	0.568919	0.022015	-3.6E-005	1 3
150	1	2	–	A1	1	1.197482	0.001823	0	-1.778051	0.38332	0.163064	1 2 3 4
150	1	1	–	A1	2	0.41132	0.002533	0	-0.287522	-0.425078	-0.192757	1 -4
150	1	2	–	A1	3	1.197482	0.002496	0	-1.778051	-0.38253	-0.174029	1 2 3 -4
150	1	1	–	A1	4	0.41132	0.001786	0	-0.287522	0.425867	0.181791	1 4
150	1	1	–	A1	13	0.355212	0.002159	0	0.564207	0.000395	-0.005483	1 -3
150	1	2	–	A1	17	1.197482	0.002159	0	-1.778051	0.000395	-0.005483	1 2 3
150	2	2	–	A1	1	0.358018	0.00078	0.192233	0.503621	0.322171	0.163064	1 -3 4
150	2	2	–	A1	2	1.197482	0.001453	-0.670144	-1.796051	-0.317269	-0.174029	1 2 3 -4
150	2	2	–	A1	3	0.358018	0.001453	0.192233	0.503621	-0.317269	-0.174029	1 -3 -4
150	2	2	–	A1	4	1.197482	0.00078	-0.670144	-1.796051	0.322171	0.163064	1 2 3 4
150	2	1	–	A1	9	0.41132	0.000743	-0.111196	-0.305522	0.357695	0.181791	1 4
150	2	1	–	A1	10	0.41132	0.001491	-0.111196	-0.305522	-0.352794	-0.192757	1 -4
150	2	1	–	A1	13	0.355212	0.001117	0.208203	0.546207	0.002451	-0.005483	1 -3
150	2	2	–	A1	17	1.197482	0.001117	-0.670144	-1.796051	0.002451	-0.005483	1 2 3
150	3	2	–	A1	1	0.358018	-0.000262	0.377715	0.48562	0.261022	0.163064	1 -3 4
150	3	2	–	A1	2	1.197482	0.000411	-1.347038	-1.814051	-0.252008	-0.174029	1 2 3 -4
150	3	2	–	A1	3	0.358018	0.000411	0.377715	0.48562	-0.252008	-0.174029	1 -3 -4
150	3	2	–	A1	4	1.197482	-0.000262	-1.347038	-1.814051	0.261022	0.163064	1 2 3 4
150	3	1	–	A1	9	0.41132	-0.0003	-0.229141	-0.323522	0.289523	0.181791	1 4
150	3	1	–	A1	10	0.41132	0.000448	-0.229141	-0.323522	-0.28051	-0.192757	1 -4
150	3	1	–	A1	13	0.355212	7.4E-005	0.409655	0.528207	0.004507	-0.005483	1 -3
150	3	2	–	A1	17	1.197482	7.4E-005	-1.347038	-1.814051	0.004507	-0.005483	1 2 3
150	4	2	–	A1	1	0.358018	-0.001305	0.556448	0.46762	0.199873	0.163064	1 -3 4

150	4	2	–	A1	2	1.197482	–0.000632	–2.030683	–1.832051	–0.186747	–0.174029	1 2 3 –4
150	4	2	–	A1	3	0.358018	–0.000632	0.556448	0.46762	–0.186747	–0.174029	1 –3 –4
150	4	2	–	A1	4	1.197482	–0.001305	–2.030683	–1.832051	0.199873	0.163064	1 2 3 4
150	4	1	–	A1	9	0.41132	–0.001342	–0.353837	–0.341522	0.221352	0.181791	1 4
150	4	1	–	A1	10	0.41132	–0.000595	–0.353837	–0.341522	–0.208226	–0.192757	1 –4
150	4	1	–	A1	13	0.355212	–0.000968	0.604358	0.510207	0.006563	–0.005483	1 –3
150	4	2	–	A1	17	1.197482	–0.000968	–2.030683	–1.832051	0.006563	–0.005483	1 2 3
150	5	2	–	A1	1	0.358018	–0.002348	0.728431	0.44962	0.138724	0.163064	1 –3 4
150	5	2	–	A1	2	1.197482	–0.001675	–2.721077	–1.850051	–0.121486	–0.174029	1 2 3 –4
150	5	2	–	A1	3	0.358018	–0.001675	0.728431	0.44962	–0.121486	–0.174029	1 –3 –4
150	5	2	–	A1	4	1.197482	–0.002348	–2.721077	–1.850051	0.138724	0.163064	1 2 3 4
150	5	1	–	A1	9	0.41132	–0.002385	–0.485283	–0.359522	0.15318	0.181791	1 4
150	5	1	–	A1	10	0.41132	–0.001637	–0.485283	–0.359522	–0.135942	–0.192757	1 –4
150	5	1	–	A1	13	0.355212	–0.002011	0.79231	0.492207	0.008619	–0.005483	1 –3
150	5	2	–	A1	17	1.197482	–0.002011	–2.721077	–1.850051	0.008619	–0.005483	1 2 3
220	1	2	–	A1	1	1.45493	0.007343	1.344375	0.215177	0.437925	–0.072968	1 2 –3 –4
220	1	2	–	A1	2	–0.153174	0.004999	–0.603147	0.410515	–0.435331	0.074243	1 3 4
220	1	2	–	A1	3	1.45493	0.004999	1.344375	0.215177	–0.435331	0.074243	1 2 –3 4
220	1	2	–	A1	4	–0.153174	0.007343	–0.603147	0.410515	0.437925	–0.072968	1 3 –4
220	1	1	–	A1	9	0.323212	0.004869	0.153918	0.204359	–0.483846	0.082422	1 4
220	1	1	–	A1	10	0.323212	0.007474	0.153918	0.204359	0.48644	–0.081146	1 –4
220	1	2	–	A1	13	0.502158	0.007343	–0.169755	0.627489	0.437925	–0.072968	1 2 3 –4
220	1	2	–	A1	15	0.502158	0.004999	–0.169755	0.627489	–0.435331	0.074243	1 2 3 4
220	1	1	–	A1	16	0.82467	0.006171	0.950828	–0.012647	0.001297	0.000638	1 –3
220	1	2	–	A1	17	1.45493	0.006171	1.344375	0.215177	0.001297	0.000638	1 2 –3
220	1	1	–	A1	18	–0.178247	0.006171	–0.642992	0.421365	0.001297	0.000638	1 3
220	1	2	–	A1	41	0.502158	0.006171	–0.169755	0.627489	0.001297	0.000638	1 2 3
220	2	2	–	A1	1	1.45493	0.004563	1.535551	0.167177	0.510893	–0.072968	1 2 –3 –4
220	2	2	–	A1	2	–0.153174	0.002219	–0.216632	0.362515	–0.509575	0.074243	1 3 4
220	2	2	–	A1	3	1.45493	0.002219	1.535551	0.167177	–0.509575	0.074243	1 2 –3 4
220	2	2	–	A1	4	–0.153174	0.004563	–0.216632	0.362515	0.510893	–0.072968	1 3 –4
220	2	1	–	A1	9	0.323212	0.002088	0.334277	0.156359	–0.566267	0.082422	1 4
220	2	1	–	A1	10	0.323212	0.004693	0.334277	0.156359	0.567586	–0.081146	1 –4
220	2	2	–	A1	13	0.502158	0.004563	0.433734	0.579489	0.510893	–0.072968	1 2 3 –4
220	2	1	–	A1	14	0.82467	0.003391	0.914181	–0.060647	0.000659	0.000638	1 –3
220	2	2	–	A1	15	0.502158	0.002219	0.433734	0.579489	–0.509575	0.074243	1 2 3 4
220	2	2	–	A1	17	1.45493	0.003391	1.535551	0.167177	0.000659	0.000638	1 2 –3
220	2	1	–	A1	18	–0.178247	0.003391	–0.245627	0.373365	0.000659	0.000638	1 3
220	2	2	–	A1	41	0.502158	0.003391	0.433734	0.579489	0.000659	0.000638	1 2 3
220	3	2	–	A1	1	1.45493	0.001783	1.678728	0.119177	0.583861	–0.072968	1 2 –3 –4
220	3	2	–	A1	2	–0.153174	–0.000562	0.121883	0.314515	–0.583818	0.074243	1 3 4
220	3	2	–	A1	3	1.45493	–0.000562	1.678728	0.119177	–0.583818	0.074243	1 2 –3 4
220	3	2	–	A1	4	–0.153174	0.001783	0.121883	0.314515	0.583861	–0.072968	1 3 –4
220	3	1	–	A1	9	0.323212	–0.000692	0.466636	0.108359	–0.648689	0.082422	1 4
220	3	1	–	A1	10	0.323212	0.001913	0.466636	0.108359	0.648732	–0.081146	1 –4
220	3	2	–	A1	13	0.502158	0.001783	0.989222	0.531489	0.583861	–0.072968	1 2 3 –4
220	3	1	–	A1	14	0.82467	0.00061	0.829534	–0.108647	2.2E–005	0.000638	1 –3
220	3	2	–	A1	15	0.502158	–0.000562	0.989222	0.531489	–0.583818	0.074243	1 2 3 4
220	3	2	–	A1	17	1.45493	0.00061	1.678728	0.119177	2.2E–005	0.000638	1 2 –3
220	3	1	–	A1	18	–0.178247	0.00061	0.103738	0.325365	2.2E–005	0.000638	1 3
220	3	2	–	A1	41	0.502158	0.00061	0.989222	0.531489	2.2E–005	0.000638	1 2 3
220	4	2	–	A1	1	1.45493	–0.000998	1.773905	0.071177	0.656829	–0.072968	1 2 –3 –4
220	4	2	–	A1	2	–0.153174	–0.003342	0.412397	0.266515	–0.658061	0.074243	1 3 4
220	4	2	–	A1	3	1.45493	–0.003342	1.773905	0.071177	–0.658061	0.074243	1 2 –3 4
220	4	2	–	A1	4	–0.153174	–0.000998	0.412397	0.266515	0.656829	–0.072968	1 3 –4
220	4	1	–	A1	5	0.323212	–0.003472	0.550994	0.060359	–0.73111	0.082422	1 4
220	4	1	–	A1	7	0.323212	–0.000868	0.550994	0.060359	0.729879	–0.081146	1 –4
220	4	2	–	A1	13	0.502158	–0.000998	1.496711	0.483489	0.656829	–0.072968	1 2 3 –4
220	4	1	–	A1	14	0.82467	–0.00217	0.696886	–0.156647	–0.000616	0.000638	1 –3
220	4	2	–	A1	15	0.502158	–0.003342	1.496711	0.483489	–0.658061	0.074243	1 2 3 4
220	4	2	–	A1	17	1.45493	–0.00217	1.773905	0.071177	–0.000616	0.000638	1 2 –3
220	4	1	–	A1	18	–0.178247	–0.00217	0.405103	0.277365	–0.000616	0.000638	1 3
220	4	2	–	A1	41	0.502158	–0.00217	1.496711	0.483489	–0.000616	0.000638	1 2 3
220	5	2	–	A1	1	0.502158	–0.003778	1.956199	0.435489	0.729797	–0.072968	1 2 3 –4
220	5	1	–	A1	2	0.323212	–0.006253	0.587353	0.012359	–0.813532	0.082422	1 4
220	5	2	–	A1	3	0.502158	–0.006123	1.956199	0.435489	–0.732304	0.074243	1 2 3 4
220	5	1	–	A1	4	0.323212	–0.003648	0.587353	0.012359	0.811025	–0.081146	1 –4
220	5	1	–	A1	14	0.82467	–0.00495	0.516239	–0.204647	–0.001253	0.000638	1 –3
220	5	2	–	A1	17	1.45493	–0.00495	1.821082	0.023177	–0.001253	0.000638	1 2 –3
220	5	1	–	A1	18	–0.178247	–0.00495	0.658468	0.229365	–0.001253	0.000638	1 3
220	5	1	–	A1	19	1.013035	–0.00495	1.957129	0.240752	–0.001253	0.000638	1 2
220	5	2	–	A1	22	0.502158	–0.00495	1.956199	0.435489	–0.001253	0.000638	1 2 3

27.3.3. Перемещения основных узлов схемы

27.3.3.1. Изгиб стоек

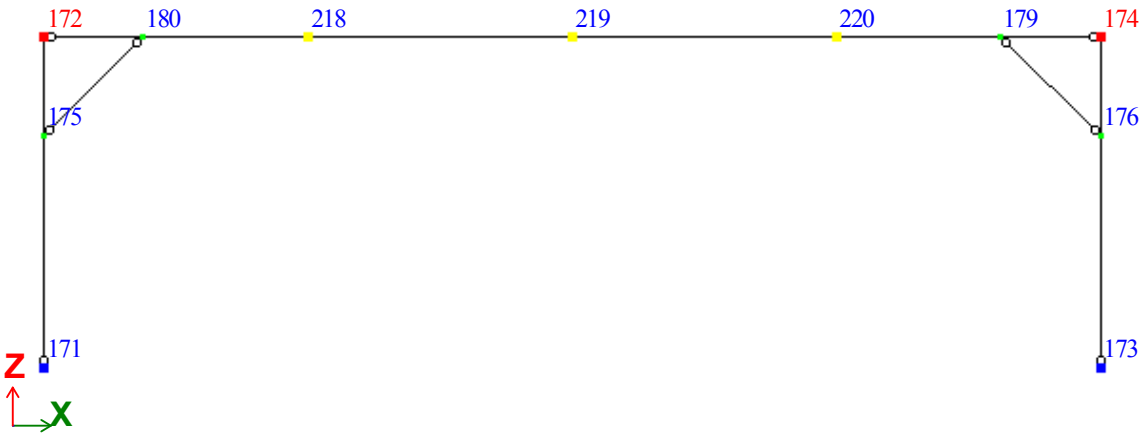


Рис 2.2. Номера узлов схемы

Единицы измерения линейных перемещений: мм

Единицы измерения угловых перемещений: RD*1000

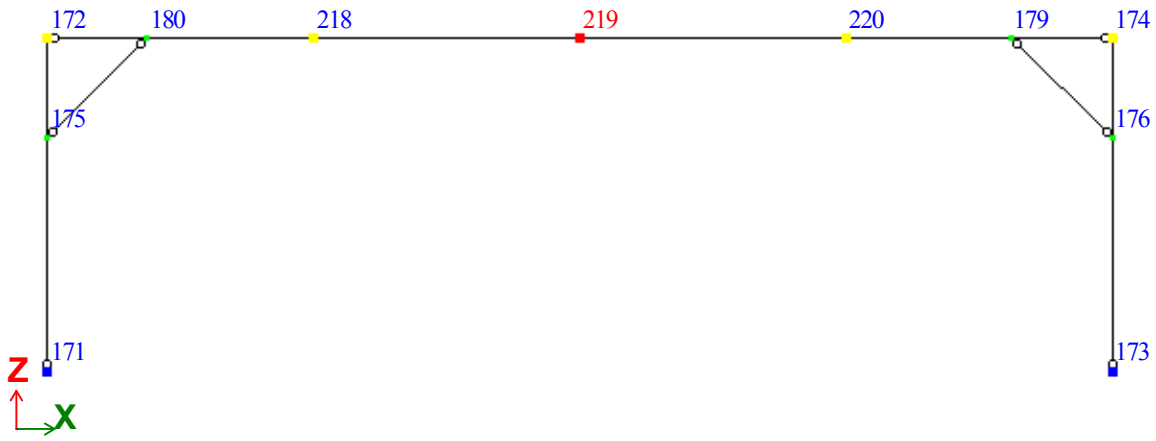
Таблица узлов: перемещения							
№ РСН	№ узла	X (мм)	Y (мм)	Z (мм)	UX рад*1000)	UY рад*1000)	UZ рад*1000)
1	172	0.002	0.222	- 0.024	- 0.086	0.813	0.004
2	172	- 0.035	0.222	- 0.071	- 0.086	2.523	0.004
3	172	- 14.087	0.222	- 0.004	- 0.086	- 0.437	0.004
4	172	0.002	- 14.872	- 0.024	4.384	0.813	- 2.906
5	172	14.091	0.222	- 0.043	- 0.086	2.064	0.004
6	172	0.002	15.317	- 0.024	- 4.557	0.813	2.914
7	172	- 13.418	- 13.362	- 0.050	3.937	1.249	- 2.615
8	172	- 13.418	13.807	- 0.050	- 4.110	1.249	2.623
9	172	13.352	- 13.362	- 0.087	3.937	3.625	- 2.615
10	172	13.352	13.807	- 0.087	- 4.110	3.625	2.623
1	174	0.018	0.222	- 0.015	- 0.086	- 0.831	- 0.004
2	174	0.014	0.222	- 0.039	- 0.086	- 2.600	- 0.004
3	174	- 14.072	0.222	- 0.020	- 0.086	- 2.146	- 0.004
4	174	0.018	- 16.194	- 0.015	4.815	- 0.831	2.645
5	174	14.108	0.222	- 0.009	- 0.086	0.483	- 0.004
6	174	0.018	**16.639**	- 0.015	- 4.988	- 0.831	- 2.654
7	174	- 13.372	- 14.552	- 0.043	4.325	- 3.760	2.380
8	174	- 13.372	14.997	- 0.043	- 4.497	- 3.760	- 2.389
9	174	13.399	- 14.552	- 0.032	4.325	- 1.263	2.380
10	174	13.399	14.997	- 0.032	- 4.497	- 1.263	- 2.389

Максимальный изгиб от 6-го сочетания – 16.639 мм

Допустимый изгиб 1/150 высоты = 5000мм/150=33,33 мм

Максимальный изгиб не превышает допустимый.

27.3.3.2. Прогиб балок



Единицы измерения линейных перемещений: мм

Единицы измерения угловых перемещений: RD*1000

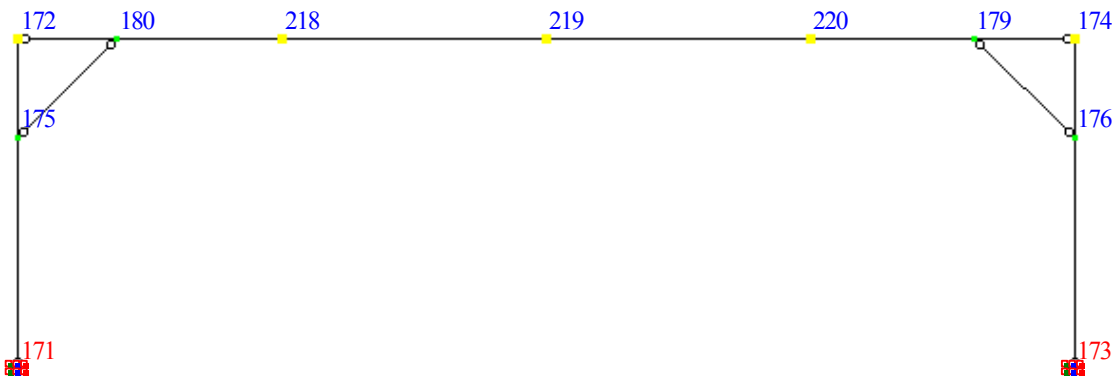
Таблица узлов: перемещения							
№ РСН	№ узла	X (мм)	Y (мм)	Z (мм)	UX рад*1000)	UY рад*1000)	UZ рад*1000)
1	219	0.010	0.215	- 5.947	- 5.744	0.002	0.000
2	219	- 0.011	0.215	**- 18.446**	- 5.744	0.013	0.000
3	219	- 14.110	0.215	- 6.030	- 5.744	1.089	0.000
4	219	0.010	- 34.381	- 5.947	11.869	0.002	- 0.059
5	219	14.129	0.215	- 5.864	- 5.744	- 1.084	0.000
6	219	0.010	34.812	- 5.947	- 23.357	0.002	0.059
7	219	- 13.424	- 30.922	- 17.899	10.107	1.045	- 0.053
8	219	- 13.424	31.353	- 17.899	- 21.596	1.045	0.053
9	219	13.403	- 30.922	- 17.742	10.107	- 1.020	- 0.053
10	219	13.403	31.353	- 17.742	- 21.596	- 1.020	0.053

Максимальный прогиб от 2-го сочетания – 18.446 мм

Допустимый прогиб 1/300 пролета = 16000мм/300=53.33 мм

Максимальный прогиб не превышает допустимый.

27.3.4.Нагрузки на фундамент



Номер РСН	УЗЕЛ	RX, т	RY, т	RZ, т	RUX, т*м	RUZ, т*м
1 - РСН1	171	0.207194	0	1.01222	0.02189	0
2 - РСН2	171	0.630951	0	2.74555	0.02189	0
3 - РСН3	171	0.568919	0	0.794208	0.02189	0
4 - РСН4	171	0.207194	0.450846	1.01222	-2.21989	0.571618
5 - РСН5	171	-0.15453	0	1.23024	0.02189	0
6 - РСН6	171	0.207194	-0.45077	1.01222	2.26367	-0.57159
7 - РСН7	171	0.953403	0.405765	2.45177	-1.99572	0.514458
8 - РСН8	171	0.953403	-0.40569	2.45177	2.0395	-0.51443
9 - РСН9	171	0.266124	0.405765	2.866	-1.99572	0.514458
10 - РСН10	171	0.266124	-0.40569	2.866	2.0395	-0.51443
1 - РСН1	173	-0.20976	0	0.760126	0.021849	0
2 - РСН2	173	-0.63834	0	1.84033	0.021849	0
3 - РСН3	173	0.143301	0	0.590657	0.021849	0
4 - РСН4	173	-0.20976	0.47995	0.760126	-2.39835	-0.5227
5 - РСН5	173	-0.56282	0	0.929594	0.021849	0
6 - РСН6	173	-0.20976	-0.47984	0.760126	2.44204	0.522705
7 - РСН7	173	-0.2815	0.43196	1.62533	-2.15633	-0.47043
8 - РСН8	173	-0.2815	-0.43185	1.62533	2.20002	0.470434
9 - РСН9	173	-0.95232	0.43196	1.94732	-2.15633	-0.47043
10 - РСН10	173	-0.95232	-0.43185	1.94732	2.20002	0.470434

27.4. Проверочный расчет элементов пролетного строения

27.4.1. Правила чтения результатов в СТК-САПР

Вид результатов расчета

Для всех рассчитанных сечений элементов выводятся результаты проверок по прочности и устойчивости (по первому предельному состоянию), гибкости и прогибу (по второму предельному состоянию). Результаты выводятся в виде процентов использования сечения в сравнении с предельной несущей способностью по той или другой проверке. То есть, результат всегда равен:

$$\text{Процент использования по проверке \%ис} = \frac{100\% * \text{максимальное значение}}{\text{предельная несущая способность}}$$

При формировании результатов использовано также понятие процента использования по 1-му предельному состоянию и по 2-му предельному состоянию.

Процент использования сечения по 1-му предельному состоянию (1ПС) — наибольший из процентов по проверкам прочности и устойчивости, взятый по всем РСУ.

%uc1ПС = max{%uc(i)} -- по прочности, устойчивости,

Процент использования сечения по 2-му предельному состоянию (2ПС) – наибольший из процентов по проверкам предельной гибкости или прогибу, взятый по всем РСУ.

%uc2ПС = max{%uc(i)} -- по гибкости, прогибу,

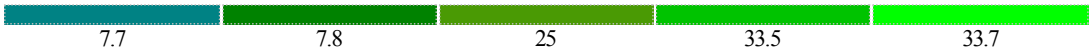
где i - количество расчетных сочетаний усилий (РСУ).

Результаты расчета представляются в виде процентов использования в табличной форме, в виде мозаики или в окне локального расчета.

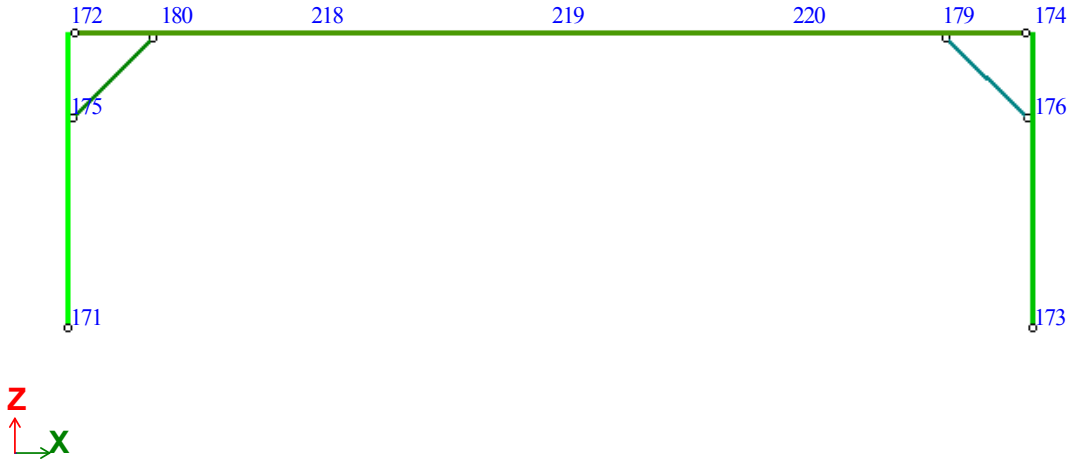
Смысл столбцов таблиц следующий:

ЭЛЕМЕНТ	Номер конечного элемента
НС	Номер сечения по длине конечного элемента
ГРУППА	Группа унификации элемента, конструктивный элемент
ШАГ РЕБЕР (РЕШЕТКИ)	Шаг поперечных ребер жесткости или соединительной решетки (планок – в свету)
ШАГ ПЛАНОК	Шаг поперечных соединительных планок в свету
Фb min	Минимальный коэффициент поперечного изгиба
Далее следуют проценты исчерпания несущей способности по проверкам СНиП:	
нор	нормальные напряжения
тау	касательные напряжения
с1	приведенные напряжения
УБ	общая устойчивость балки
УY1	устойчивость относительно оси Y1
УZ1	устойчивость относительно оси Z1
УYZ	устойчивость колонны, сжатой в 2-х плоскостях
ГY1	предельная гибкость относительно оси Y1
ГZ1	предельная гибкость относительно оси Z1
Г>Г*	В балке - прогиб.
УС	местная устойчивость стенки
УП	местная устойчивость сжатого пояса
Прг	относительный прогиб балки
1ПС	Сводный процент использования сечения по 1-му предельному состоянию
2ПС	Сводный процент использования сечения по 2-му предельному состоянию
М.У	Сводный процент использования сечения по местной устойчивости
ДЛИНА ЭЛЕМЕНТ	Геометрическая длина конструктивного элемента

27.4.2.Мозаики результатов проверки

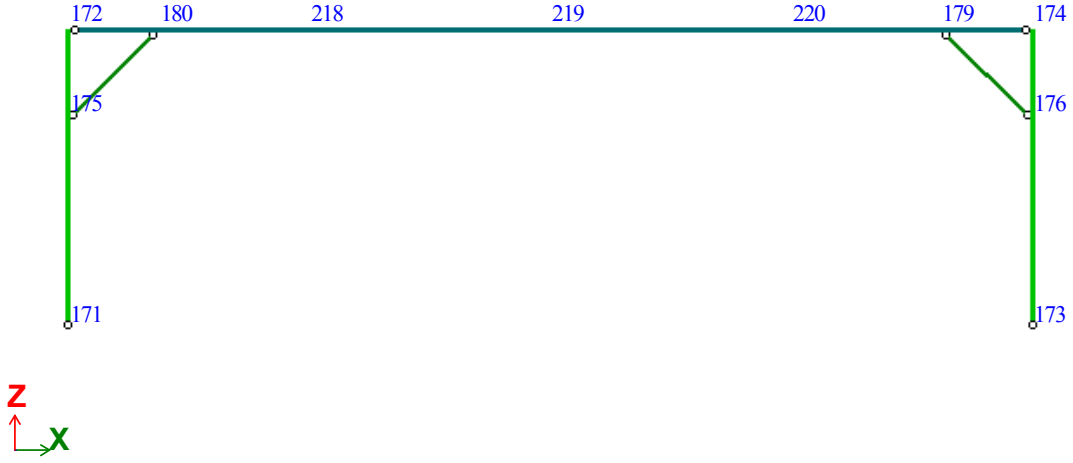


Вариант конструирования:Вариант 1
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП II-23-81*)



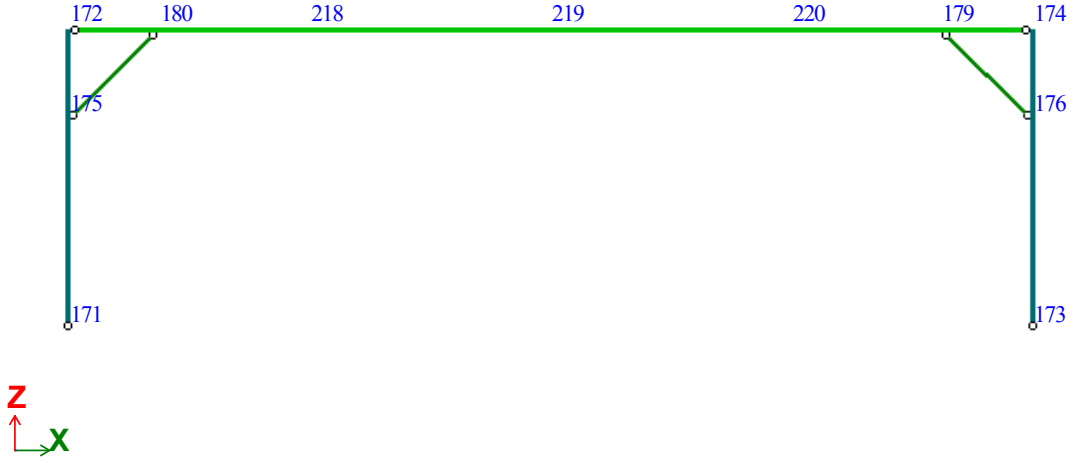
Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию

Вариант конструирования:Вариант 1
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП II-23-81*)



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2 предельному состоянию

Вариант конструирования:Вариант 1
Расчет по РСН:СНиП2.01.07-85*_1 (СНиП II-23-81*)

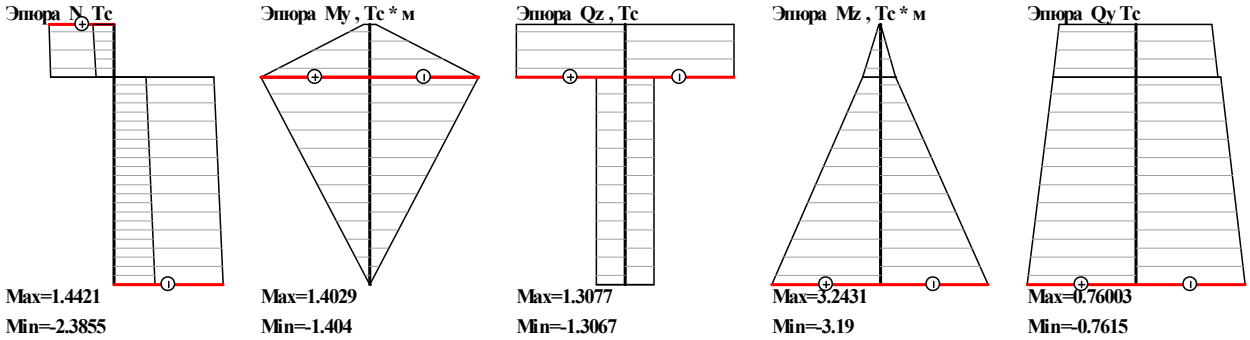


Мозаика результатов проверки назначенных сечений по местной устойчивости

27.4.3.Локальная проверка элементов

На ниже представленных листах подраздела приведены локальные проверки наиболее нагруженных элементов из групп заданных жесткостей. На листе расчета элемента отображается расчетная схема элемента, огибающие эпюры усилий, возникающих в элементе; таблица, содержащая исходные данные для расчета элемента и таблица, содержащая подробные результаты расчета элемента и его поперечного сечения.

1. Труба 273 x 8 (СТ1)



Шифр задачи : 4575-3-пролетные_8+12+12+8

Конструктивный элемент КК4

ограниченияcм				
Ymax	Zmax	Ymin	Zmin	twmin
300.00	300.00	1.00	1.00	0.10

расчетная длинам			коэф-ты усл. раб.		коэфф.	тип	шаг ребер/
отн. Z1	отн. Y1	для Фе	по прочн.	по уст.	надежности	колонны	планок
5.00	5.00	4.25	1.00	1.00	1.00	основн	нет

Результаты проверки (СНиП II-23-81*)

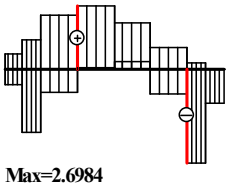
Сечение	1. Труба 273 x 8
Профиль	273 x 8; ГОСТ 10704-76*
Сталь	С255; ГОСТ 27772-2015; Стали по ГОСТ 27772-2015, листовой, ш...
Сортамент	Трубы стальные электросварные прямошовные (ГОСТ 10704-76*)

проценты использования по 1ПС					
по норм.	уст.отн.Y1	уст.отн.Z1	устойч. YZ	уст.стенки	уст.полок
31.5	10.7	20.7	15.9	0.0	0.0

проценты использов.по 2ПС		сводные%%использов.			шаг ребер/
гибк. отн.Y1	гибк. отн.Z1	1ПС	2ПС	местн.устойч.	планок
35.6	35.6	31.5	35.6	0.0	нет

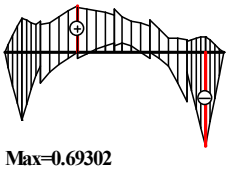
2. Коробка из швеллеров 24 (Б1-Б4)

Эпюра N, Тс



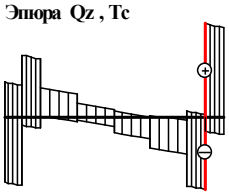
Max=2.6984
Min=-3.9614

Эпюра My , Тс * м



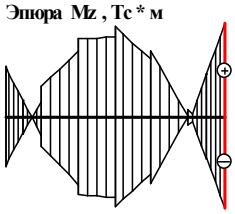
Max=0.69302
Min=-1.3836

Эпюра Qz , Тс



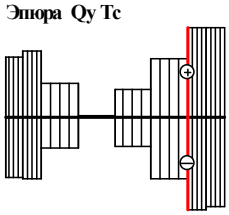
Max=1.4076
Min=-1.0907

Эпюра Mz , Тс * м



Max=0.30059
Min=-0.29138

Эпюра Qy Тс



Max=0.15952
Min=-0.16665

Шифр задачи : 4575-3-пролетные_8+12+12+8

Конструктивный элемент КБ9

ограниченияcм				
Ymax	Zmax	Ymin	Zmin	twmin
300.00	300.00	1.00	1.00	0.10

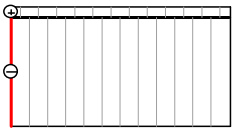
расчетная длинам			коэф-ты усл. раб.		коэфф.	тип	шаг ребер/
отн. Z1	отн. Y1	ветвей	по прочн.	по уст.	надежности	колонны	решетки
0.00	0.00	0; 0	1.00	1.00	1.00	основн	2.00

Результаты проверки (СНиП II-23-81*)

Сечение	1. Два швеллера				
проценты использования по 1ПС				шаг решетки/	расст.в осях
по норм.	уст.отн.Y1	уст.отн.Z1	устойч. YZ	планок, м	ветвей, см
13.4	0.0	0.0	0.0	2.00	14.6
проценты использов.по 2ПС			сводные%%использов.		
гибк. отн.Y1	гибк. отн.Z1	прогиб	1ПС	2ПС	местн.устойч.
0.0	23.4	7.2	0.0	23.4	0.0
Сечение	24П ветвь; стыковка 20 см				
Профиль	24П; ГОСТ 8240-97				
Сталь	С245; ГОСТ 27772-2015; Стали по ГОСТ 27772-2015, листовой, ш...				
Сортамент	Швеллеры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок ...				
проценты использования по 1ПС					
по норм.	уст.отн.Y1	уст.отн.Z1	устойч. YZ	уст.стенки	уст.полок
13.4	13.2	16.8	3.6	76.4	40.0
проценты использов.по 2ПС		сводные%%использов.			шаг ребер/
гибк. отн.Y1	гибк. отн.Z1	1ПС	2ПС	местн.устойч.	планок
0.0	46.8	16.8	46.8	76.4	нет
Сечение	12П планка				
Профиль	12П; ГОСТ 8240-97				
Сталь	С245; ГОСТ 27772-2015; Стали по ГОСТ 27772-2015, листовой, ш...				
Сортамент	Швеллеры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок ...				
проценты использования по 1ПС					
норм.	касат.	приведен.	общ.уст.	уст.стен.	уст.пояс.
9.9	24.1	22.8	0.0	0.0	0.0
прогиб	шаг ребер/	наименьший	сводные%%использов.		
	планок	коэф.Фb	1ПС	2ПС	местн.устойч.
0	нет	1.000	24.1	0.0	0.0

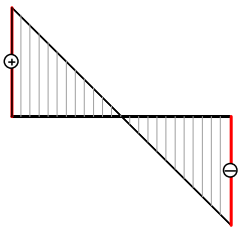
3. Два уголка 50 x 5 (Вс)

Эпюра N, Тс



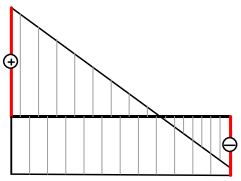
Max=0.37934
Min=-3.5474

Эпюра Qz , Тс



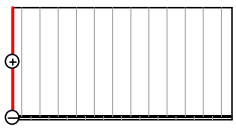
Max=0.00377
Min=-0.00377

Эпюра Mz , Тс * м



Max=0.0069473
Min=-0.0037984

Эпюра Qy Тс



Max=0.0075984
Min=-0.00028

Шифр задачи : 4575-3-пролетные_8+12+12+8

Элемент 61

ограниченияcм				
Ymax	Zmax	Ymin	Zmin	twmin
300.00	300.00	1.00	1.00	0.10

расчетная длинам		тип элемента	коэф-ты усл. раб.		коэфф. надежности
отн. Y1	отн. Z1	сжатый пояс или опорный раскос	по прочн.	по уст.	
0.71	1.41		1.00	1.00	1.00

Результаты проверки (СНиП II-23-81*)

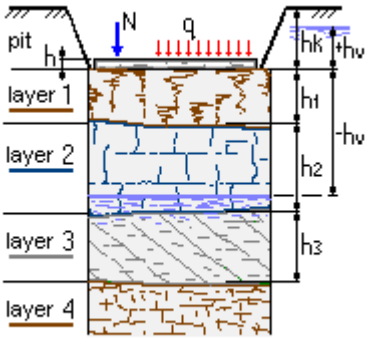
Сечение	1. Два уголка 50 x 50 x 5; стыковка 1 см
Профиль	50 x 50 x 5; ГОСТ 8509-93
Сталь	С245; ГОСТ 27772-2015; Стали по ГОСТ 27772-2015, листовой, ш...
Сортамент	Уголки стальные горячекатаные равнополочные (ГОСТ 8509-93)

проценты использования по 1ПС					
по норм.	уст.отн.Y1	уст.отн.Z1	Fi мин.	уст.стенки	уст.полок
15.8	18.1	19.2	0.82	0.0	39.5

проценты использов.по 2ПС		сводные%%использов.			шаг ребер/ планок
гибк. отн.Y1	гибк. отн.Z1	1ПС	2ПС	местн.устойч.	
30.9	38.4	19.2	38.4	39.5	0.611

Сбор нагрузок см.раздел 21.

Результаты расчета



Расчет осадки фундаментной плиты

1. - Исходные данные:

Количество слоев 1

Характеристики грунта:

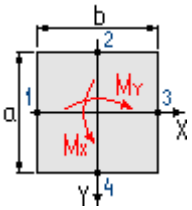
Номер слоя	Тип грунта	Модуль E	Ед. изм.
Слой 1	Глинистый	1100	тс/м2

Исходные данные для расчета:
Прямоугольная плита

Наименование исходных данных	Величина	Ед. измерения
Длина вдоль Y	11.1	м
Ширина вдоль X	6.8	м
Толщина плиты	0.4	м

Данные для вычисления расчетного сопротивления грунта:
Объемный вес 1.71 тс/м3
Угол внутр. трения 27 °
Сцепление 3 тс/м2

Условия работы конструкции:
Глубина котлована (hk) 3.8 м
Расстояние до грунтовых вод (hv) 0 м
Распределенная нагрузка P= 5.9 тс/м2
Нагрузка на грунт q= 0 тс/м2



2. - Выводы:

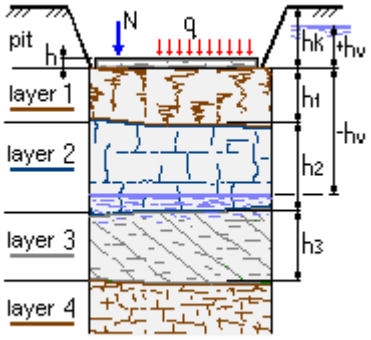
Осадка фундаментной плиты 10.87 мм
Условная глубина сжимаемой толщи 3.6 м
Крен плиты вдоль оси X 0
Крен плиты вдоль оси Y 0
Примененная схема: линейно-деформируемого полупространства. Emid= 1100 тс/м2

Давление под подошвой P= 6.9 тс/м2
Начальное просадочное давление Psl=0,5кг/см2 = 5,0тс/м2
В связи с тем, что давление под подошвой превышает начальное просадочное давление проектом предусмотрены мероприятия по уплотнению грунтов основания см.4575-3-С11-КЖ-1,7 примечание п.8

Сбор нагрузок см.раздел 22.

Расчет осадки фундаментной плиты

1. - Исходные данные:



Количество слоев 1

Характеристики грунта:

Номер слоя	Тип грунта	Модуль E	Ед. изм.
Слой 1	Глинистый	1100	тс/м2

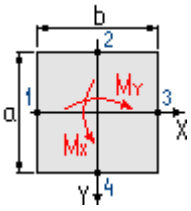
Исходные данные для расчета:
Прямоугольная плита

Наименование исходных данных	Величина	Ед. измерения
Длина вдоль Y	5.3	м
Ширина вдоль X	4.3	м
Толщина плиты	0.4	м

Данные для вычисления расчетного сопротивления грунта:
Объемный вес 1.71 тс/м3
Угол внутр. трения 27 °
Сцепление 3 тс/м2

Условия работы конструкции:
Глубина котлована (hk) 4.5 м
Расстояние до грунтовых вод (hv) 0 м
Распределенная нагрузка P= 5.9 тс/м2
Нагрузка на грунт q= 0 тс/м2

2. - Выводы:



Осадка фундаментной плиты 10.42 мм
Условная глубина сжимаемой толщи 2.3 м
Крен плиты вдоль оси X 0
Крен плиты вдоль оси Y 0
Примененная схема: линейно-деформируемого полупространства. Emid= 1100 тс/м2

Давление под подошвой P= 6.9 тс/м2
Начальное просадочное давление Psl=0,5кг/см2 = 5,0тс/м2
В связи с тем, что давление под подошвой превышает начальное просадочное давление проектом предусмотрены мероприятия по уплотнению грунтов основания см.4575-3-С11-КЖ-1,7 примечание п.8

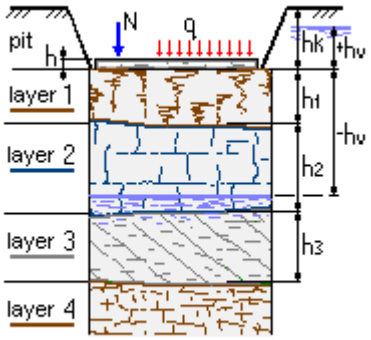
30. Расчет основания камеры УТ9.

Сбор нагрузок см.раздел 23.

Результаты расчета

Расчет осадки фундаментной плиты

1. - Исходные данные:



Количество слоев 1

Характеристики грунта:

Номер слоя	Тип грунта	Модуль E	Ед. изм.
Слой 1	Глинистый	1100	тс/м2

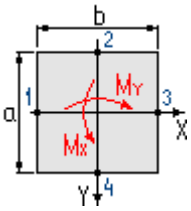
Исходные данные для расчета:
Прямоугольная плита

Наименование исходных данных	Величина	Ед. измерения
Длина вдоль Y	5.8	м
Ширина вдоль X	9.8	м
Толщина плиты	0.4	м

Данные для вычисления расчетного сопротивления грунта:
Объемный вес 1.71 тс/м3
Угол внутр. трения 27 °
Сцепление 3 тс/м2

Условия работы конструкции:
Глубина котлована (hk) 4.3 м
Расстояние до грунтовых вод (hv) 0 м
Распределенная нагрузка P= 5.85 тс/м2
Нагрузка на грунт q= 0 тс/м2

2. - Выводы:



Осадка фундаментной плиты 13.83 мм
Условная глубина сжимаемой толщи 3 м
Крен плиты вдоль оси X 0
Крен плиты вдоль оси Y 0
Примененная схема: линейно-деформируемого полупространства. Emid= 1100 тс/м2

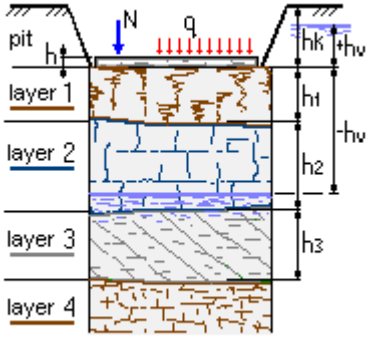
Давление под подошвой P= 6.85 тс/м2
Начальное просадочное давление Psl=0,5кг/см2 = 5,0тс/м2
В связи с тем, что давление под подошвой превышает начальное просадочное давление проектом предусмотрены мероприятия по уплотнению грунтов основания см.4575-3-С11-КЖ-1,7 примечание п.8

Сбор нагрузок см.раздел 24.

Результаты расчета

Расчет осадки фундаментной плиты

1. - Исходные данные:



Количество слоев 1

Характеристики грунта:

Номер слоя	Тип грунта	Модуль E	Ед. изм.
Слой 1	Глинистый	1100	тс/м2

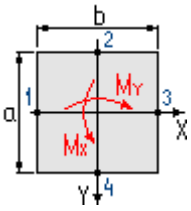
Исходные данные для расчета:
Прямоугольная плита

Наименование исходных данных	Величина	Ед. измерения
Длина вдоль Y	8.6	м
Ширина вдоль X	6.1	м
Толщина плиты	0.4	м

Данные для вычисления расчетного сопротивления грунта:
Объемный вес 1.71 тс/м3
Угол внутр. трения 27 °
Сцепление 3 тс/м2

Условия работы конструкции:
Глубина котлована (hk) 5.1 м
Расстояние до грунтовых вод (hv) 0 м
Распределенная нагрузка P= 5.91 тс/м2
Нагрузка на грунт q= 0 тс/м2

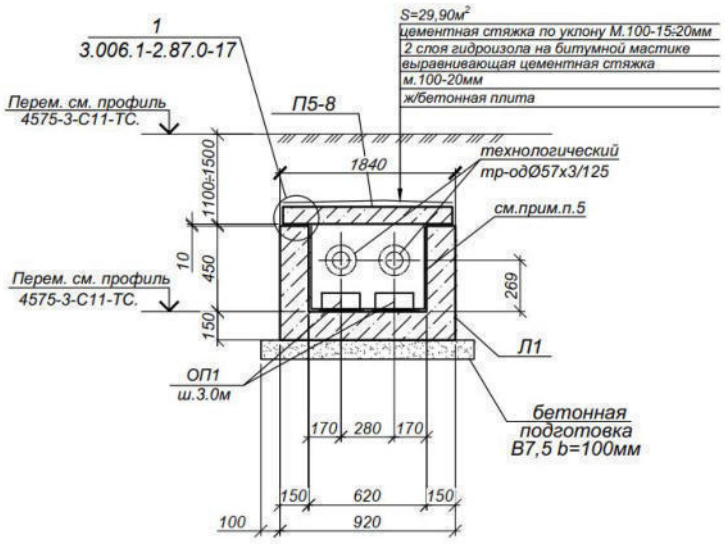
2. - Выводы:



Осадка фундаментной плиты 14.35 мм
Условная глубина сжимаемой толщи 3.1 м
Крен плиты вдоль оси X 0
Крен плиты вдоль оси Y 0
Примененная схема: линейно-деформируемого полупространства. Emid= 1100 тс/м2

Давление под подошвой P= 6.91 тс/м2
Начальное просадочное давление Psl=0,5кг/см2 = 5,0тс/м2
В связи с тем, что давление под подошвой превышает начальное просадочное давление проектом предусмотрены мероприятия по уплотнению грунтов основания см.4575-3-С11-КЖ-1,7 примечание п.8

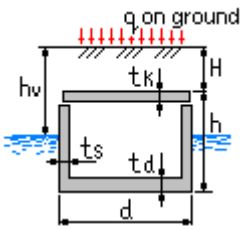
Монолитный канал КЛ620-450(h)
(Разрез 9 - 9)

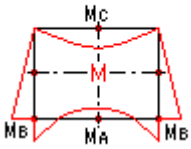


Результаты расчета

Расчет труб и тоннелей

1. - Исходные данные:





Условия работы сооружения:
Форма сооружения - Короб
Условия опирания - Свободно лежащее перекрытие
Учитываемые нагрузки:
Собственный вес сооружения
Давление грунта засыпки
Распределенная нагрузка на грунт

Условия работы сооружения:

Наименование данных	Обозначение	Величина	Ед. измерения
Глубина заложения до верха свода	(H)	1.5	м

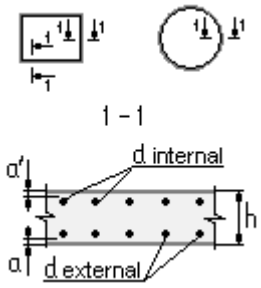
Распределенная нагрузка на грунт	(q)	0.5	тс/м2
Угол внутр. трения	(Fi)	23	°
Объемный вес	(G)	1.65	тс/м3
Расстояние до грунтовых вод	(hv)	0	м

Исходные данные для расчета:
Ширина короба 0.92 м
Высота короба 0.6 м
Толщина стенки 0.15 м
Толщина крышки 0.07 м
Толщина днища 0.15 м
Бетон B25
2 ряда армирования по граням

Арматура на 1 п.м.:
Внутренняя 5 d16 A 400, Защитный слой 25 мм
Наружняя 5 d16 A 400, Защитный слой 25 мм

Проверка армирования

2. - Выводы:

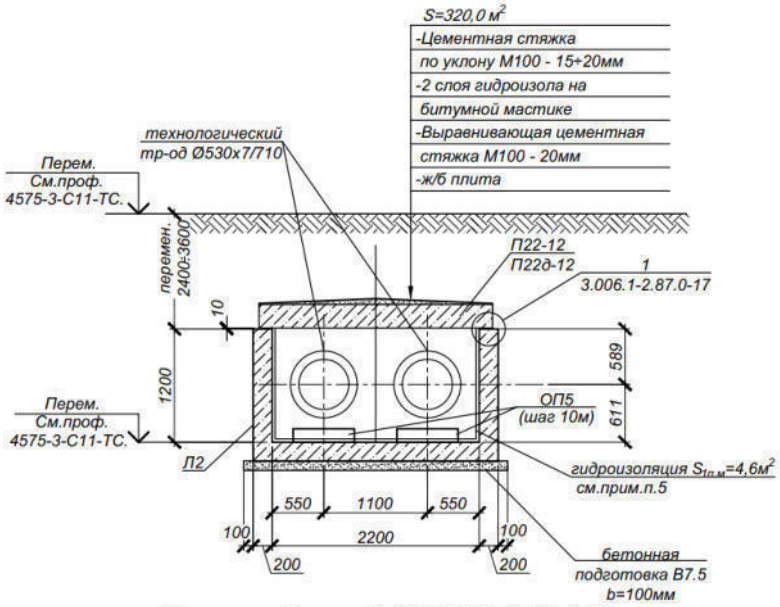


Точка "A", растянутая зона сечения - 5 Точка, a= 25 мм
Наружняя арматура d 16 A 400
Расчетные усилия M= -0.33 тс*м, N= 1.19 тс (на погонный метр)
Армирование ДОСТАТОЧНО

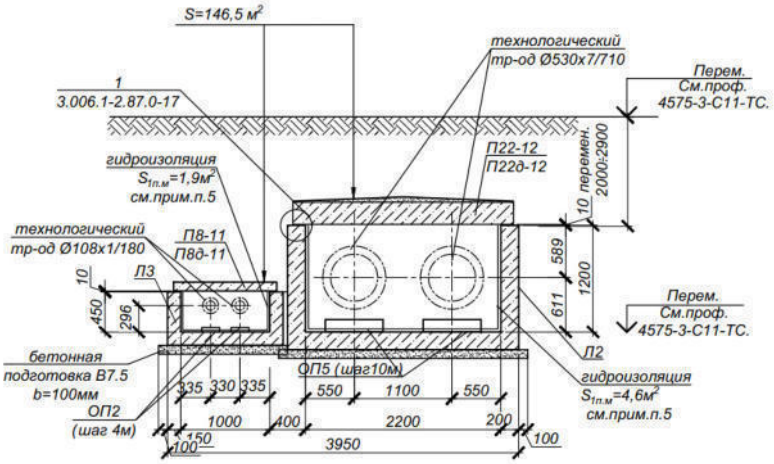
Точка "B", растянутая зона сечения - 5 стержней на п.м. в ряду, a= 25 мм
Наружняя арматура d 16 A 400
Расчетные усилия M= -0.71 тс*м, N= 1.67 тс (на погонный метр)
Армирование ДОСТАТОЧНО

33. Расчет монолитного канала Кл210-120(h) разрез 3а-3а, 15-15, 16-16.
см.4573-3-С11-КЖ-60

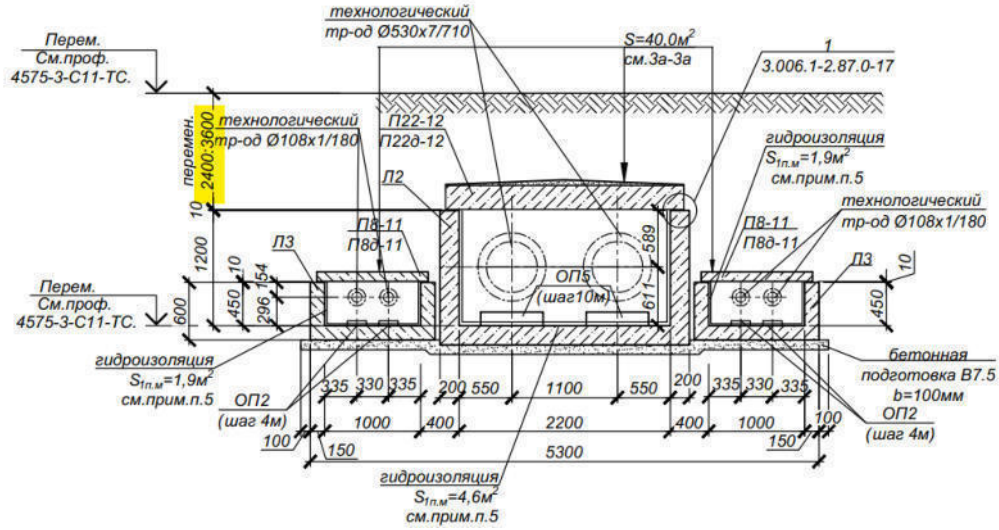
Монолитный канал Кл210-120(h)
(Разрез 3а - 3а) (с-10)



Монолитный канал Кл210-120(h),Кл90-45(h)
(Разрез 15-15)



Монолитный канал Кл90-45(h),Кл210-120(h),Кл90-45(h)
(Разрез 16-16)



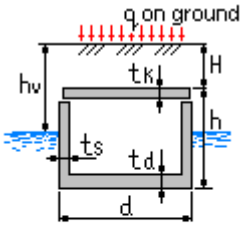
Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
		59

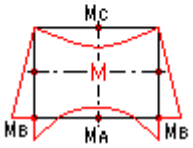
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	4575-3-С11-КЖ.Р	Лист 131

Результаты расчета

Расчет труб и тоннелей

1. - Исходные данные:





Условия работы сооружения:
Форма сооружения - Короб
Условия опирания - Свободно лежащее перекрытие
Учитываемые нагрузки:
Собственный вес сооружения
Давление грунта засыпки
Распределенная нагрузка на грунт

Условия работы сооружения:

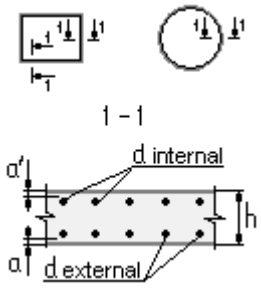
Наименование данных	Обозначение	Величина	Ед. измерения
Глубина заложения до верха свода	(H)	3.6	м
Распределенная нагрузка на грунт	(q)	0.5	тс/м2
Угол внутр. трения	(Fi)	23	°
Объемный вес	(G)	1.65	тс/м3
Расстояние до грунтовых вод	(hv)	0	м

Исходные данные для расчета:
Ширина короба 2.6 м
Высота короба 1.4 м
Толщина стенки 0.2 м
Толщина крышки 0.25 м
Толщина днища 0.2 м
Бетон B25
2 ряда армирования по граням

Арматура на 1 п.м.:
Внутренняя 5 d25 A 400, Защитный слой 25 мм
Наружняя 5 d25 A 400, Защитный слой 25 мм

Проверка армирования

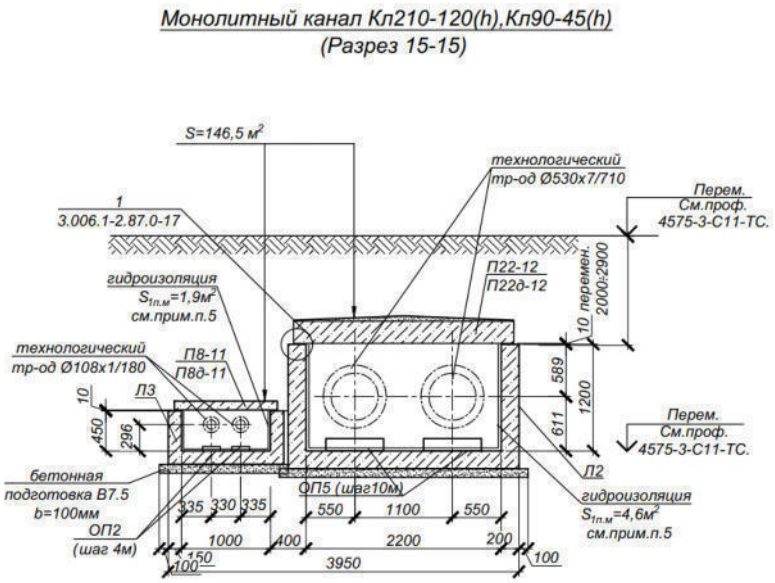
2. - Выводы:



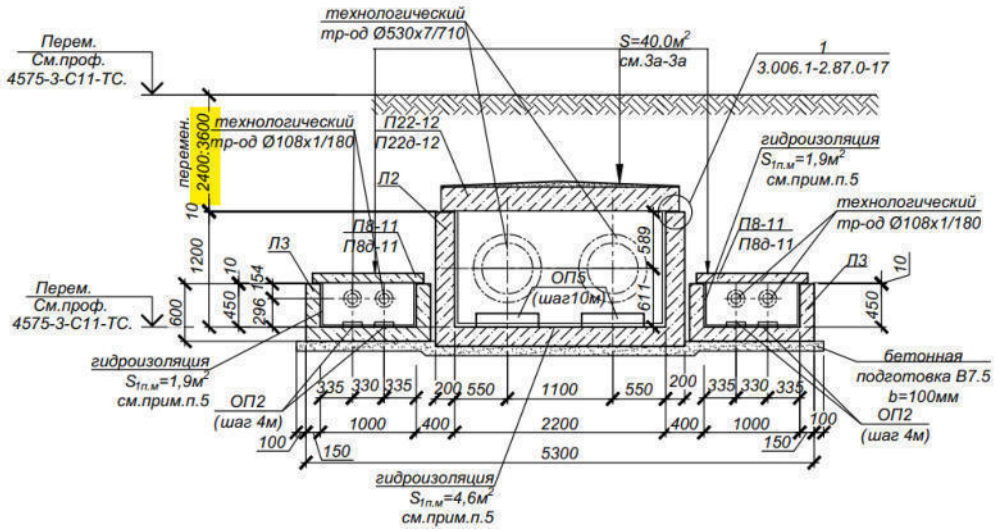
Точка "А", растянутая зона сечения - 5 Точка, а= 25 мм
Наружняя арматура d 25 А 400
Расчетные усилия М= -2.15 тс*м, N= 6.12 тс (на погонный метр)
Армирование ДОСТАТОЧНО

Точка "В", растянутая зона сечения - 5 стержней на п.м. в ряду, а= 25 мм
Наружняя арматура d 25 А 400
Расчетные усилия М= -8.57 тс*м, N= 9.88 тс (на погонный метр)
Армирование ДОСТАТОЧНО

34. Расчет монолитного канала Кл90-45(h) разрез 15-15, 16-16. см.4573-3-С11-КЖ-60.



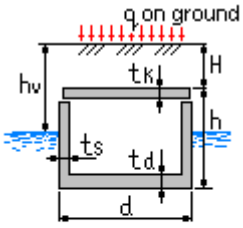
Монолитный канал Кл90-45(h),Кл210-120(h),Кл90-45(h)
(Разрез 16-16)

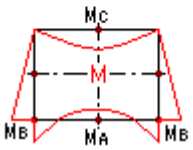


Результаты расчета

Расчет труб и тоннелей

1. - Исходные данные:





Условия работы сооружения:

Форма сооружения - Короб

Условия опирания - Свободно лежащее перекрытие

Учитываемые нагрузки:

Собственный вес сооружения

Давление грунта засыпки

Распределенная нагрузка на грунт

Условия работы сооружения:

Наименование данных	Обозначение	Величина	Ед. измерения
Глубина заложения до верха свода	(H)	3.6	м
Распределенная нагрузка на грунт	(q)	0.5	тс/м2
Угол внутр. трения	(Fi)	23	°

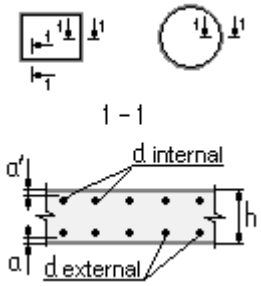
Объемный вес	(G)	1.65	тс/м3
Расстояние до грунтовых вод	(hv)	0	м

Исходные данные для расчета:
Ширина короба 1.3 м
Высота короба 0.6 м
Толщина стенки 0.15 м
Толщина крышки 0.1 м
Толщина днища 0.15 м
Бетон B25
2 ряда армирования по граням

Арматура на 1 п.м.:
Внутренняя 5 d16 A 400, Защитный слой 25 мм
Наружняя 5 d16 A 400, Защитный слой 25 мм

Проверка армирования

2. - Выводы:



Точка "A", растянутая зона сечения - 5 стержней на п.м. в ряду, a= 25 мм
Внутренняя (средняя) арматура d 16 A 400
Расчетные усилия M= 0.15 тс*м, N= 2.23 тс (на погонный метр)
Армирование ДОСТАТОЧНО

Точка "B", растянутая зона сечения - 5 стержней на п.м. в ряду, a= 25 мм
Наружняя арматура d 16 A 400
Расчетные усилия M= -1.34 тс*м, N= 4.57 тс (на погонный метр)
Армирование ДОСТАТОЧНО

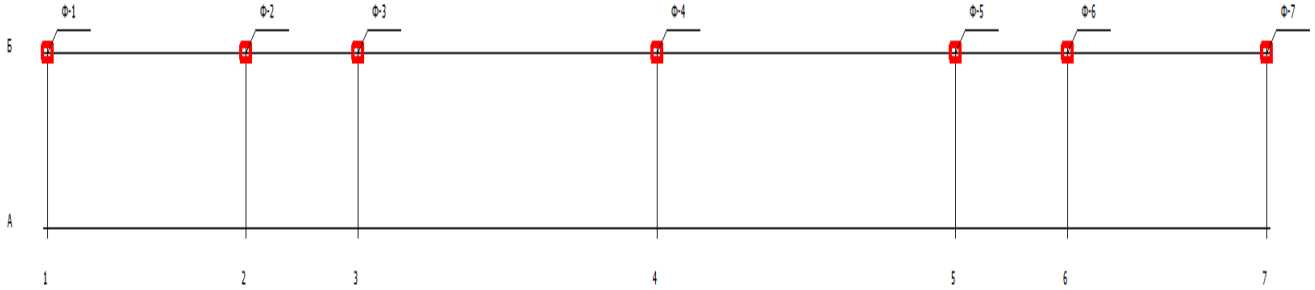
ОПИСАНИЕ ПЛАНА 457531

1. Горизонтальные оси.

Горизонтал. оси		
от	до	Шаг (м)
А	Б	3.000

2. Вертикальные оси.

Вертикальн. оси		
от	до	Шаг (м)
1	2	8.000
2	3	4.500
3	4	12.000
4	5	12.000
5	6	4.500
6	7	8.000



********** 3. Нагрузки на грунте. **********

Интенсивность нагрузки (тс/м2)	Размеры вдоль горизон оси(м)	Размеры вдоль вертик. оси(м)	Привязка к осям горизон ось	Привязка к осям привяз. (м)	Привязка к осям вертик. ось	Привязка к осям привяз. (м)	Отметка приложения (м)

***** Описание фундаментов на плане. *****

Марка фундамента	Горизон ось	Вертик. ось	Привязка ц.т. подколонника к горизон оси(м)	Привязка ц.т. подколонника к вертик. оси(м)
1	Б	1	0.000	0.000
2	Б	2	0.000	0.000
3	Б	3	0.000	0.000
4	Б	4	0.000	0.000
5	Б	5	0.000	0.000
6	Б	6	0.000	0.000
7	Б	7	0.000	0.000

Допустимая относительная разность осадок - 0.0020

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КОМПЛЕКСА 457531

Сейсмичность, баллы 0
Произведение коэф. К0*К1*А/g по СП 14.13330.2014 0.00

******* Таблица 1.1 Материалы фундамента на естественном основании. *******

Классы бетона		Классы арматуры		
плитной части	подколонника	рабочей продольной		конструктивной подколонника
		плитной части	подколонника	
1	2	3	4	5
Ф 1 порядковый номер 1 1 шт. ф-т на естественном основании				
B15	B15	AIII	AIII	AII
Ф 2 порядковый номер 2 1 шт. ф-т на естественном основании				
B15	B15	AIII	AIII	AII
Ф 3 порядковый номер 3 1 шт. ф-т на естественном основании				
B15	B15	AIII	AIII	AII
Ф 4 порядковый номер 4 1 шт. ф-т на естественном основании				
B15	B15	AIII	AIII	AII
Ф 5 порядковый номер 5 1 шт. ф-т на естественном основании				
B15	B15	AIII	AIII	AII
Ф 6 порядковый номер 6 1 шт. ф-т на естественном основании				
B15	B15	AIII	AIII	AII
Ф 7 порядковый номер 7 1 шт. ф-т на естественном основании				
B15	B15	AIII	AIII	AII

********** Таблица 1.2 Характеристики бетона. **********

Класс бетона (из табл.1.1)	Расчетные сопротивления для I группы предельных состояний, кгс/см2		Коэффициент условий работы бетона
	Rb	Rbt	Yb1
1	2	3	4
Ф 1			
B15	85.0	7.50	1.00
B15	85.0	7.50	1.00
Ф 2			
B15	85.0	7.50	1.00
B15	85.0	7.50	1.00
Ф 3			
B15	85.0	7.50	1.00
B15	85.0	7.50	1.00
Ф 4			
B15	85.0	7.50	1.00
B15	85.0	7.50	1.00
Ф 5			
B15	85.0	7.50	1.00
B15	85.0	7.50	1.00
Ф 6			
B15	85.0	7.50	1.00
B15	85.0	7.50	1.00
Ф 7			
B15	85.0	7.50	1.00
B15	85.0	7.50	1.00

********** Таблица 1.3 Характеристики арматуры. **********

Класс арматуры (из табл.1.1)	Расчетные сопротивления для I группы предельных состояний, кгс/см2		
	Rs	Rsw	Rsc
1	2	3	4
Ф 1			
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AII	2700.00	2150.00	2700.00
Ф 2			
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AII	2700.00	2150.00	2700.00

Ф 3				
	AIII	3550.00	2850.00	3550.00
	AIII	3550.00	2850.00	3550.00
	AII	2700.00	2150.00	2700.00
Ф 4				
	AIII	3550.00	2850.00	3550.00
	AIII	3550.00	2850.00	3550.00
	AII	2700.00	2150.00	2700.00
Ф 5				
	AIII	3550.00	2850.00	3550.00
	AIII	3550.00	2850.00	3550.00
	AII	2700.00	2150.00	2700.00
Ф 6				
	AIII	3550.00	2850.00	3550.00
	AIII	3550.00	2850.00	3550.00
	AII	2700.00	2150.00	2700.00
Ф 7				
	AIII	3550.00	2850.00	3550.00
	AIII	3550.00	2850.00	3550.00
	AII	2700.00	2150.00	2700.00

** Таблица 1.4 Стоимости материалов фундамента на естественном основании. **

	Стоимость		
		арматуры, руб/т	
	бетона плитной части,руб/м3	рабочей продольной плитной части	конструктивной подколонника
	1	2	3
Ф 1	43	340	340
Ф 2	43	340	340
Ф 3	43	340	340
Ф 4	43	340	340
Ф 5	43	340	340
Ф 6	43	340	340
Ф 7	43	340	340

******* Таблица 2.1 Характеристики грунтов для расчета по деформациям. *******

Номер сл.	Толщина слоя, м	Расчет угол внутр. трения град	Расчет удельн. вес грунта тс/м3	Расчет удельн сцепл. тс/м2	Модуль дефор-мации слоя E, тс/м2	Модуль дефор-мации слоя Ee тс/м2	Коэффициент Пуассона	Коэффициент пори-стости	Yc1*Yc2 / k	Ограничение давлен. на слой тс/м2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ф 1										
1	10.00	26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00
Ф 2										
1	10.00	26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00
Ф 3										
1	10.00	26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00
Ф 4										
1	10.00	26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00
Ф 5										
1	10.00	26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00
Ф 6										
1	10.00	26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00
Ф 7										
1	10.00	26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00

********** Таблица 2.2 Отметки. **********

Относительные отметки, м						Удельный вес засыпного грунта, тс/м3	Расстояние от низа ростверка до острия сваи, м
подошвы	верха подколонника	планировки	уровня природного рельефа	уровня грунтовых вод	уровня водоупора		
1	2	3	4	5	6	7	8
Ф 1							
-1.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00
Ф 2							
-1.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00
Ф 3							
-1.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00
Ф 4							
-1.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00
Ф 5							
-1.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00
Ф 6							
-1.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00
Ф 7							
-1.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00

*** Таблица 2.3 Характеристики грунтов для расчета естественных оснований***
по несущей способности.

Номер слоя из табл.2.1	Расчетный угол внутреннего трения, град	Расч.удельн вес грунта тс/м3	Расчетное удельное сцепление, тс/м2	Yc	Yc,eq
1	2	3	4	5	6
Ф 1					
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.00
Ф 2					
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.00
Ф 3					
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.00
Ф 4					
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.00
Ф 5					
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.00
Ф 6					
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.00
Ф 7					
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.00

********** Таблица 3. Подколонник, колонны.**********

Номер колонны 1-4	Тип колонны	Привязка ц.т. колонны к ц.т.подколонника, м по X	по Y	Размер сечения (ветви) ж/б колонны или базы металл.колонны, м по X	по Y	Глубина заделки ж/б колонны в стакан, м	Наружный габарит двухветвевой колонны, м по X	по Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ф 1								
Подколонник X= 0.90 Y= 0.90								
1	мет.сплош	0.000	0.000	0.400	0.400	0.000	0.000	0.000
Ф 2								
Подколонник X= 0.90 Y= 0.90								
1	мет.сплош	0.000	0.000	0.400	0.400	0.000	0.000	0.000
Ф 3								
Подколонник X= 0.90 Y= 0.90								
1	мет.сплош	0.000	0.000	0.400	0.400	0.000	0.000	0.000
Ф 4								
Подколонник X= 0.90 Y= 0.90								
1	мет.сплош	0.000	0.000	0.400	0.400	0.000	0.000	0.000
Ф 5								
Подколонник X= 0.90 Y= 0.90								

```
    1  мет.сплош  0.000  0.000   0.400   0.400     0.000   0.000   0.000
Ф   6
 Подколонник X= 0.90 Y= 0.90
    1  мет.сплош  0.000  0.000   0.400   0.400     0.000   0.000   0.000
Ф   7
 Подколонник X= 0.90 Y= 0.90
    1  мет.сплош  0.000  0.000   0.400   0.400     0.000   0.000   0.000
```

******* Таблица 4.1 Комбинации основных сочетаний расчетных нагрузок *******
от колонн (I группа предельных состояний).

Номер колонны из т.3 1-4	В плоскости XOZ: изгибающий момент, тсм	В плоскости XOZ: поперечная сила,тс	В плоскости YOZ: изгибающий момент, тсм	В плоскости YOZ: поперечная сила,тс	Нормальная сила, тс
1	2	3	4	5	6
Ф 1					
1	0.00	0.03	0.01	0.00	0.50
1	0.00	0.09	0.01	0.00	1.17
1	0.00	0.31	0.01	0.00	0.56
1	0.00	0.03	-2.24	0.57	0.50
1	0.00	-0.25	0.01	0.00	0.45
1	0.00	0.03	2.26	-0.57	0.50
1	0.00	0.35	-2.01	0.51	1.19
1	0.00	0.35	2.03	-0.51	1.19
1	0.00	-0.18	-2.01	0.51	1.09
1	0.00	-0.18	2.03	-0.51	1.09
Ф 2					
1	0.00	-0.03	0.02	0.00	0.44
1	0.00	-0.08	0.02	0.00	1.26
1	0.00	0.24	0.02	0.00	0.22
1	0.00	-0.03	-2.48	0.63	0.44
1	0.00	-0.31	0.02	0.00	0.66
1	0.00	-0.03	2.52	-0.63	0.44
1	0.00	0.19	-2.23	0.56	1.01
1	0.00	0.19	2.27	-0.57	1.01
1	0.00	-0.33	-2.23	0.56	1.43
Ф 3					
1	0.00	0.06	0.01	0.00	0.54
1	0.00	0.17	0.01	0.00	1.61
1	0.00	0.32	0.01	0.00	0.64
1	0.00	0.06	-2.11	0.53	0.54
1	0.00	-0.19	0.01	0.00	0.44
1	0.00	0.06	2.14	-0.53	0.54
1	0.00	0.41	-1.90	0.48	1.65
1	0.00	0.41	1.92	-0.47	1.65
1	0.00	-0.08	-1.90	0.48	1.46
1	0.00	-0.08	1.92	-0.47	1.46
Ф 4					
1	0.00	0.00	0.03	0.00	0.92
1	0.00	0.00	0.03	0.00	2.39
1	0.00	0.35	0.03	0.00	0.92
1	0.00	0.00	-3.19	0.76	0.92
1	0.00	-0.35	0.03	0.00	0.92
1	0.00	0.00	3.24	-0.76	0.92
1	0.00	0.33	-2.87	0.69	2.31
1	0.00	0.33	2.92	-0.68	2.31
1	0.00	-0.33	-2.87	0.69	2.31
1	0.00	-0.33	2.92	-0.68	2.31
Ф 5					
1	0.00	-0.06	0.01	0.00	0.54
1	0.00	-0.17	0.01	0.00	1.59
1	0.00	0.19	0.01	0.00	0.44
1	0.00	-0.06	-2.12	0.53	0.54
1	0.00	-0.32	0.01	0.00	0.64
1	0.00	-0.06	2.15	-0.53	0.54
1	0.00	0.08	-1.91	0.48	1.45
1	0.00	0.08	1.93	-0.47	1.45
1	0.00	-0.41	-1.91	0.48	1.63
1	0.00	-0.41	1.93	-0.47	1.63
Ф 6					

1	0.00	0.03	0.02	0.00	0.44
1	0.00	0.08	0.02	0.00	1.25
1	0.00	0.31	0.02	0.00	0.67
1	0.00	0.03	-2.45	0.61	0.44
1	0.00	-0.24	0.02	0.00	0.22
1	0.00	0.03	2.48	-0.62	0.44
1	0.00	0.34	-2.20	0.55	1.42
1	0.00	0.34	2.23	-0.56	1.42
1	0.00	-0.19	-2.20	0.55	0.99
1	0.00	-0.19	2.23	-0.56	0.99
Ф 7					
1	0.00	-0.03	0.01	0.00	0.50
1	0.00	-0.09	0.01	0.00	1.17
1	0.00	0.25	0.01	0.00	0.44
1	0.00	-0.03	-2.24	0.57	0.50
1	0.00	-0.32	0.01	0.00	0.56
1	0.00	-0.03	2.26	-0.57	0.50
1	0.00	0.19	-2.02	0.51	1.09
1	0.00	0.19	2.03	-0.51	1.09
1	0.00	-0.35	-2.02	0.51	1.19
1	0.00	-0.35	2.03	-0.51	1.19

********** Таблица 4.6 Нагрузки на грунте.**********

	Расчетные нагрузки на грунте с коэффициентом Yf>1 по квадрантам плана, тс/м2			
	1	2	3	4
Ф 1	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 2	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 3	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 4	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 5	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 6	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 7	0.00	0.00	0.00	0.00

***** Таблица 5.1 Ограничения при проектировании фундамента (начало) *****

Схема приве-дения нагрузок	Допустимые осадка, м	крен, рад вдоль оси X	крен, рад вдоль оси Y	Ограничения на развития в плане +DX	+DY	-DX	-DY
1	2	3	4	5	6	7	8
Ф 1 консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 2 консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 3 консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 4 консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 5 консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 6 консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 7 консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00

*** Таблица 5.2 Ограничения при проектировании фундамента (продолжение) ***

Максимально допустимое	Признак сбивки	Признак определе-	Допустимая форма	Защитный слой,	Допуст. ширина	Допуст. ширина	Признак проектир

соотношение сторон		ния осадки	эпюры напряжений	см	трещин в плите мм	трещин в свае, мм	подколон
1	2	3	4	5	6	7	8
Ф 1							
1.0	нет	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да
Ф 2							
1.0	нет	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да
Ф 3							
1.0	нет	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да
Ф 4							
1.0	нет	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да
Ф 5							
1.0	нет	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да
Ф 6							
1.0	нет	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да
Ф 7							
1.0	нет	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да

******** Таблица 8.1. Задание для определения просадки фундамента ********
на естественном основании.

Тип просадочности 1-первый 2-второй	Коэффициент условий работы Yc	Номера просадочных слоев из таблицы 2.1						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ф 1								
1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ф 2								
1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ф 3								
1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ф 4								
1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ф 5								
1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ф 6								
1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ф 7								
1	0	1	0	0	0	0	0	0

***** Таблица 8.2.График относительной просадочности природного рельефа. *****

Глубина от поверхности природного рельефа, м	Начальное просадочное давление, тс/м2	Относительная просадочность при давлении на грунт, тс/м2			
		10	20	30	40
1	2	3	4	5	6
Ф 1					
1.60	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250
Ф 2					
1.60	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250
Ф 3					
1.60	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250
Ф 4					
1.60	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250
Ф 5					
1.60	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250
Ф 6					
1.60	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250
Ф 7					
1.60	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250

Таблица 10. Задание на подбор фундамента из базы (решение обратной задачи).

Марка	Номера фундаментов из номенклатуры	Протокол проверки

```
      |фундамента|----------------|-----------------|                  |
      |          |      от        |       до        |                  |
      |----------|----------------|-----------------|-----------------|
      |    1     |       2        |        3        |        4        |
      |----------|----------------|-----------------|-----------------|
 Ф   1
            1             1                 1               печатать
 Ф   2
            2             1                 1               печатать
 Ф   3
            3             2                 2               печатать
 Ф   4
            4             2                 2               печатать
 Ф   5
            5             2                 2               печатать
 Ф   6
            6             1                 1               печатать
 Ф   7
            7             1                 1               печатать
    2.
     1.000     1.800     1.800     0.300     0.000     0.000     1.800     0.900     0.900
     2.000     2.100     2.100     0.300     0.300     0.000     1.800     0.900     0.900
    2.
     1.000     0.450     0.000     0.000     0.000     0.000     0.450     0.450     0.000
0.000     0.000     0.000     0.450
     2.000     0.300     0.300     0.000     0.000     0.300     0.300     0.300     0.300
0.000     0.000     0.300     0.300
    2.
     1.000     0.300     0.300
     2.000     0.300     0.300
    1.
     1.0000     0.3000     0.3000     0.0000     0.0000     0.3000     0.3000
    1.
     1.000     0.000     0.000     0.000     8.000     2.000     5.000

    2.
      1.      1.      1.      1.      1.      1.      0.
      2.      2.      2.      2.      1.      1.      0.

         База данных 457531 для подбора фундаментов


 *************** Таблица 1. Опалубка проверяемого фундамента. ***************
 |-----------------------------------------------------------------------------|
 |  Тип   |Размеры подошвы|Высоты  ступеней,|  Высота  |Размеры подколонника|
 |опалубки|       м       |       м         |фундамента|          м         |
 |        |-------|-------|-----|-----|-----|          |----------|---------|
 |        | по X  | по Y  |  I  | II  | III |    м     |   по X   |  по Y   |
 |--------|-------|-------|-----|-----|-----|----------|----------|---------|
 |   1    |   2   |   3   |  4  |  5  |  6  |    7     |    8     |    9    |
 |--------|-------|-------|-----|-----|-----|----------|----------|---------|
        1   1.80    1.80   0.30  0.00  0.00     1.80       0.90       0.90
        2   2.10    2.10   0.30  0.30  0.00     1.80       0.90       0.90

 ************************ Таблица 2. Вылеты ступеней. ************************
 |-----------------------------------------------------------------------------|
 |  Тип  |  Вылеты по X (слева направо), м  |   Вылеты по Y (снизу вверх), м  |
 |вылетов|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|----|
 |       |  I  | II  | III | IV  |  V  | VI |  I  | II  | III | IV  | V  | VI |
 |-------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|----|
 |   1   |  2  |  3  |  4  |  5  |  6  | 7  |  8  |  9  |  10 | 11  | 12 | 13 |
 |-------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|----|
     1    0.45  0.00  0.00  0.00  0.00  0.45  0.45  0.00  0.00  0.00 0.00 0.45
     2    0.30  0.30  0.00  0.00  0.30  0.30  0.30  0.30  0.00  0.00 0.30 0.30

 ***************** Таблица 3. Армирование подошвы фундамента. *****************
            |-----------------------------------------------|
            |                        |Площадь арматуры, см2 |
            |Тип армирования подошвы |----------|----------|
            |                        |   по X   |   по Y   |
            |------------------------|----------|----------|
            |           1            |    2     |    3     |
            |------------------------|----------|----------|
```

1	0.30	0.30
2	0.30	0.30

********** Таблица 4. Армирование подколонника. **********

Тип армирования подколонника	Армирование подколонника: площадь продольного армирования вдоль одной грани, см2 по X	по Y	Способ армирования 1-плоская сетка 2-пространственный каркас	поперечное армирование: диаметр, мм по X	по Y	шаг, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	0.30	0.30	0	0	0	0

********** Таблица 5. Поперечное армирование стакана. **********

Тип поперечного армирования	Поперечное армирование стакана: количество сеток с шагом 50 мм	100 мм	200 мм	диаметр арматуры, мм	Сетки смятия: количество	диаметр арматуры, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	8	2	5

********** Таблица 7. Номенклатура проверяемых фундаментов. **********

Номер фундамента в номенклатуре	Тип опалубки из табл.1	Тип вылетов из табл.2	Тип армирования подошвы из табл.3	Тип армирования подколонника из табл.4	Тип поперечного армирования из табл.5	Тип свайного куста из табл.6
1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	0
2	2	2	2	1	1	0

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ДЛЯ ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИХ ФУНДАМЕНТОВ

457531	Фундамент Ф 1	24.12.2020

Просадочность 1 слоя под подошвой не учитывается,
т.к. начальное просадочное давление 5.000 т/м2
больше расчетного давления на основание 4.820 т/м2
Подобран из базы фундамент N 1

Наименование	Ед.	Значение
Напряжения и деформации основания		
Расч. сопрот. грунта (R)	т/м2	43.07
Давление:		
максим.(Pmax)	т/м2	5.12
среднее(Pmid)	т/м2	3.62
миним.(Pmin)	т/м2	2.12
кр.давл.от Mx	т/м2	4.16
кр.давл.от My	т/м2	4.58
Осадка	м	0.0002
Крен:		
вокруг оси Y	рад	0.0003
вокруг оси X	рад	0.0006
Сжатая толща	м	0.55
Верт.составл. нагрузки	т	12.35
допуст.верт. нагрузка	т	253.58

Опалубка фундамента							
Бетон класса В15							
Размеры плитной части	мм	по X 1800		по Y 1800			
Смещение ц.т. подколонника	мм	по X 0	по Y 0				
Высоты ступеней	мм	300	0	0			
Вылеты ступеней по оси X	мм	450	0	0	0	0	450
по оси Y	мм	450	0	0	0	0	450
Размеры подколонника							
по оси X	мм	900					
по оси Y	мм	900					
высота	мм	1500					
Размеры стакана привязка							
по оси x	мм	0	0				
по оси y	мм	0	0				
глубина	мм	0					

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
10 AIII 2C ------- 175* 175 10 AIII	19.4

Армирование подколонника по I типу

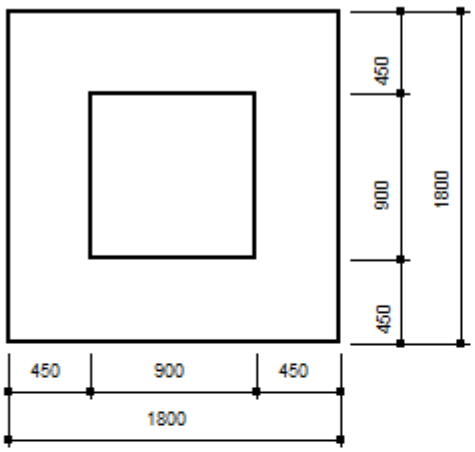
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3
Каркас по оси Y	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3

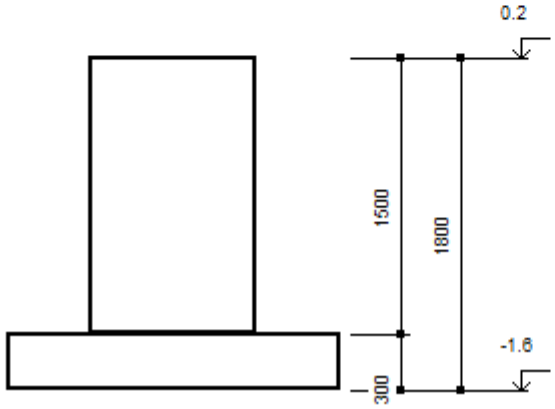
	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	200	200
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	600	600
рядовой	600	600

Наименование	Ед. изм.	Значение
Сетки смятия из стали AII		
Количество		2
Диаметр	мм	5
Длина по X	мм	850
К-во стержней		9
Длина по Y	мм	850
К-во стержней		9
Шаг стержней	мм	100
Общий вес	кг	4.7

Наименование	Ед. изм.	Значение
Расход		
Бетон	м3	2.2

Арматура рабочая	кг	52.8
Арматура конструктив.	кг	4.7
Стоимость	руб	113.6





Фундамент Ф - 1

Число ф-тов в комплексе	1
Объем бетона ф-та (м3)	2.19
Вес арматуры ф-та (кг)	57

457531	Фундамент Ф 2	24.12.2020

Просадочность 1 слоя под подошвой не учитывается,
т.к. начальное просадочное давление 5.000 т/м2
больше расчетного давления на основание 4.866 т/м2
Подобран из базы фундамент N 1

Наименование	Ед.	Значение
Напряжения и деформации основания		
Расч. сопрот. грунта (R)	т/м2	43.07
Давление:		
максим.(Pmax)	т/м2	5.24
среднее(Pmid)	т/м2	3.68
миним.(Pmin)	т/м2	2.12
кр.давл.от Mx	т/м2	4.19
кр.давл.от My	т/м2	4.73
Осадка	м	0.0002
Крен:		
вокруг оси Y	рад	-0.0003
вокруг оси X	рад	0.0006
Сжатая толща	м	0.55
Верт.составл. нагрузки	т	12.29
допуст.верт.		

нагрузка	т	245.44					
		Опалубка фундамента					
		Бетон класса В15					
Размеры плитной части	мм	по X 1800		по Y 1800			
Смещение ц.т. подколонника	мм	по X 0	по Y 0				
Высоты ступеней	мм	300	300	0			
Вылеты ступеней по оси X	мм	150	300	0	0	300	150
по оси Y	мм	150	300	0	0	300	150
Размеры подколонника							
по оси X	мм	900					
по оси Y	мм	900					
высота	мм	1200					
Размеры стакана привязка							
по оси x	мм	0	0				
по оси y	мм	0	0				
глубина	мм	0					

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
10 AIII 2C ------- 175* 175 10 AIII	19.4

Армирование подколонника по I типу

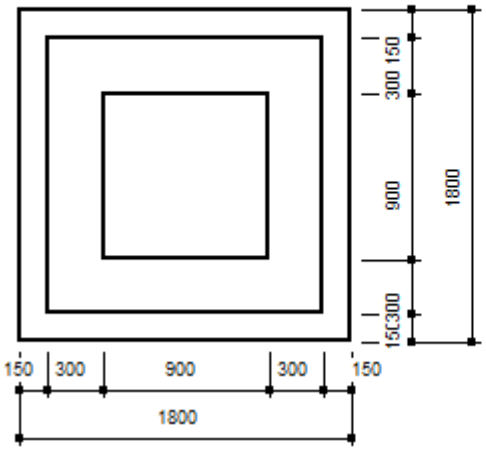
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3
Каркас по оси Y	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3

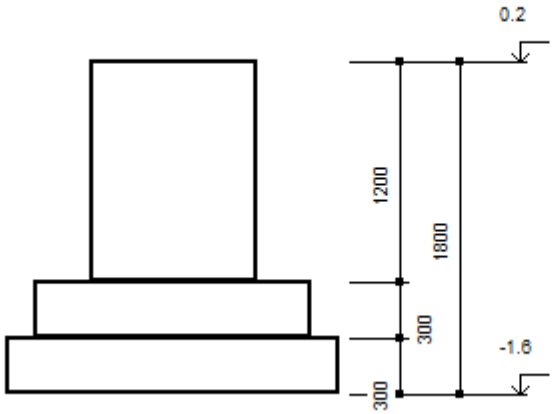
	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	200	200
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	600	600
рядовой	600	600

Наименование	Ед. изм.	Значение
Сетки смятия из стали AII		
Количество		2
Диаметр	мм	5
Длина по X	мм	850
К-во стержней		9
Длина по Y	мм	850
К-во стержней		9
Шаг стержней	мм	100
Общий вес	кг	4.7

Наименование	Ед. изм.	Значение
Расход		

Бетон	м3	2.6
Арматура		
рабочая	кг	52.8
Арматура		
конструктив.	кг	4.7
Стоимость	руб	132.2





Фундамент Ф - 2

Число ф-тов в комплексе	1
Обьем бетона ф-та (м3)	2.62
Вес арматуры ф-та (кг)	57

457531	Фундамент Ф 3	24.12.2020

Просадочность 1 слоя под подошвой не учитывается,
т.к. начальное просадочное давление 5.000 т/м2
больше расчетного давления на основание 4.727 т/м2
Подобран из базы фундамент N 2

Наименование	Ед.	Значение
Напряжения и деформации основания		
Расч. сопрот.		
грунта (R)	т/м2	43.61
Давление:		
максим.(Pmax)	т/м2	4.57
среднее(Pmid)	т/м2	3.60
миним.(Pmin)	т/м2	2.62
кр.давл.от Mx	т/м2	3.99
кр.давл.от My	т/м2	4.18
Осадка	м	0.0001
Крен:		
вокруг оси Y	рад	0.0002
вокруг оси X	рад	0.0003
Сжатая толща	м	0.42
Верт.составл.		
нагрузки	т	16.51

допуст.верт. нагрузка	т	383.34
		Опалубка фундамента
		Бетон класса В15
Размеры плитной части	мм	по X 2100 по Y 2100
Смещение ц.т. подколонника	мм	по X 0 по Y 0
Высоты ступеней	мм	300 300 0
Вылеты ступеней по оси X	мм	300 300 0 0 300 300
по оси Y	мм	300 300 0 0 300 300
Размеры подколонника		
по оси X	мм	900
по оси Y	мм	900
высота	мм	1200
Размеры стакана привязка		
по оси x	мм	0 0
по оси y	мм	0 0
глубина	мм	0

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
10 AIII 2C ------- 205* 205 10 AIII	27.8

Армирование подколонника по I типу

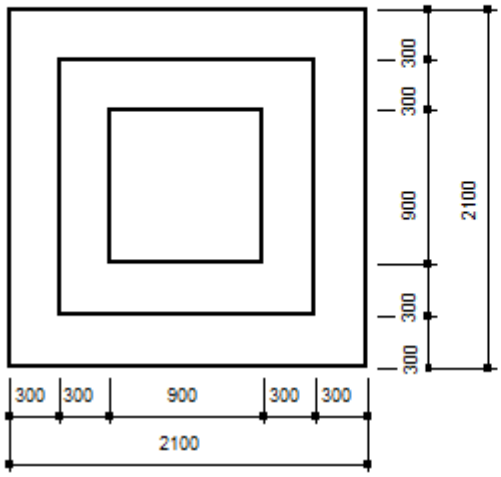
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3
Каркас по оси Y	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3

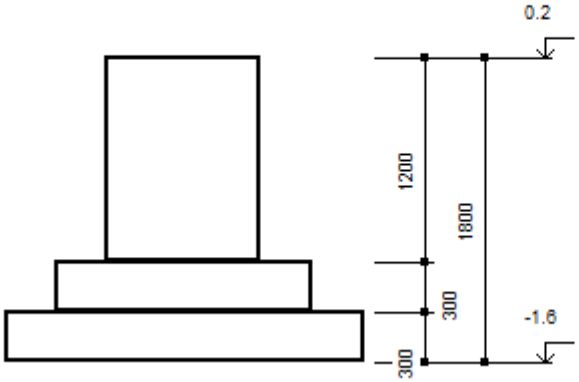
	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	200	200
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	600	600
рядовой	600	600

Наименование	Ед. изм.	Значение
		Сетки смятия из стали AII
Количество		2
Диаметр	мм	5
Длина по X	мм	850
К-во стержней		9
Длина по Y	мм	850
К-во стержней		9
Шаг стержней	мм	100
Общий вес	кг	4.7

Наименование	Ед. изм.	Значение

		Расход	
Бетон	м3	3.0	
Арматура			
рабочая	кг	61.1	
Арматура			
конструктив.	кг	4.7	
Стоимость	руб	150.1	





Фундамент Ф - 3

Число ф-тов в комплексе	1
Объем бетона ф-та (м3)	2.97
Вес арматуры ф-та (кг)	66

457531	Фундамент Ф 4	24.12.2020

Просадочность 1 слоя под подошвой не учитывается,
т.к. начальное просадочное давление 5.000 т/м2
больше расчетного давления на основание 4.845 т/м2
Подобран из базы фундамент N 2

Наименование	Ед.	Значение
		Напряжения и деформации основания
Расч. сопрот.		
грунта (R)	т/м2	43.61
Давление:		
максим.(Pmax)	т/м2	4.96
среднее(Pmid)	т/м2	3.74
миним.(Pmin)	т/м2	2.44
кр.давл.от Mx	т/м2	4.04
кр.давл.от My	т/м2	4.64
Осадка	м	0.0003
Крен:		
вокруг оси Y	рад	-0.0002
вокруг оси X	рад	0.0005
Сжатая толща	м	0.63
Верт.составл.		

нагрузки	т	16.89
допуст.верт.		
нагрузка	т	354.31

Опалубка фундамента

Бетон класса В15

Размеры						
плитной части	мм	по X 2100		по Y 2100		
Смещение ц.т.						
подколонника	мм	по X 0	по Y 0			
Высоты						
ступеней	мм	300	300	0		
Вылеты ступе-						
ней по оси X	мм	300	300	0	0	300 300
по оси Y	мм	300	300	0	0	300 300
Размеры						
подколонника						
по оси X	мм	900				
по оси Y	мм	900				
высота	мм	1200				
Размеры стака						
на и привязка						
по оси x	мм	0	0			
по оси y	мм	0	0			
глубина	мм	0				

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
10 AIII 2C ------- 205* 205 10 AIII	27.8

Армирование подколонника по I типу

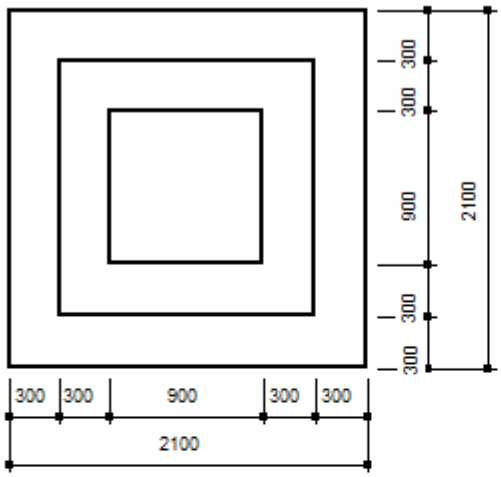
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3
Каркас по оси Y	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3

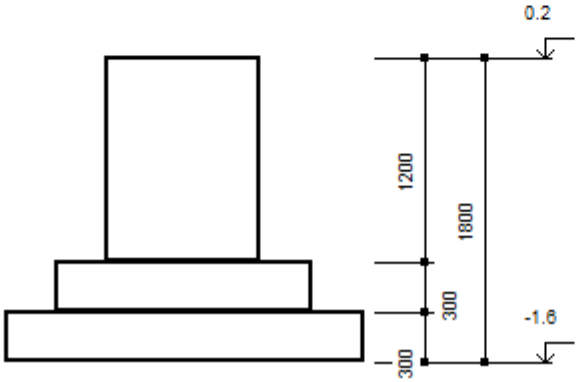
	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	200	200
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	600	600
рядовой	600	600

Наименование	Ед. изм.	Значение
Сетки смятия из стали AII		
Количество		2
Диаметр	мм	5
Длина по X	мм	850
К-во стержней		9
Длина по Y	мм	850
К-во стержней		9
Шаг стержней	мм	100
Общий вес	кг	4.7

Наименование	Ед. изм.	Значение

Расход		
Бетон	м3	3.0
Арматура		
рабочая	кг	61.1
Арматура		
конструктив.	кг	4.7
Стоимость	руб	150.1





Фундамент Ф - 4

Число ф-тов в комплексе	1
Обьем бетона ф-та (м3)	2.97
Вес арматуры ф-та (кг)	66

457531	Фундамент Ф 5	24.12.2020

Просадочность 1 слоя под подошвой не учитывается,
т.к. начальное просадочное давление 5.000 т/м2
больше расчетного давления на основание 4.725 т/м2
Подобран из базы фундамент N 2

Наименование	Ед.	Значение
Напряжения и деформации основания		
Расч. сопрот.		
грунта (R)	т/м2	43.61
Давление:		
максим.(Pmax)	т/м2	4.57
среднее(Pmid)	т/м2	3.59
миним.(Pmin)	т/м2	2.61
кр.давл.от Mx	т/м2	3.99
кр.давл.от My	т/м2	4.18
Осадка	м	0.0001
Крен:		
вокруг оси Y	рад	-0.0002
вокруг оси X	рад	0.0003
Сжатая толща	м	0.42

Верт.составл. нагрузки	т	16.51					
допуст.верт. нагрузка	т	382.98					
Опалубка фундамента							
Бетон класса В15							
Размеры плитной части	мм	по X 2100		по Y 2100			
Смещение ц.т. подколонника	мм	по X 0	по Y 0				
Высоты ступеней	мм	300	300	0			
Вылеты ступе-ней по оси X	мм	300	300	0	0	300	300
по оси Y	мм	300	300	0	0	300	300
Размеры подколонника							
по оси X	мм	900					
по оси Y	мм	900					
высота	мм	1200					
Размеры стакана и привязка							
по оси x	мм	0	0				
по оси y	мм	0	0				
глубина	мм	0					

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
10 AIII 2С ------- 205* 205 10 AIII	27.8

Армирование подколонника по I типу

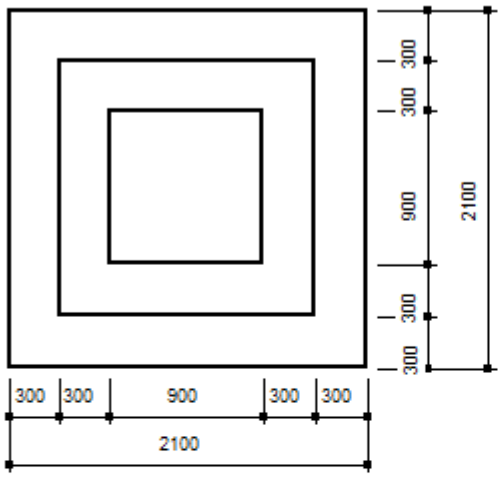
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	12AIII 1С------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3
Каркас по оси Y	12AIII 1С------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3

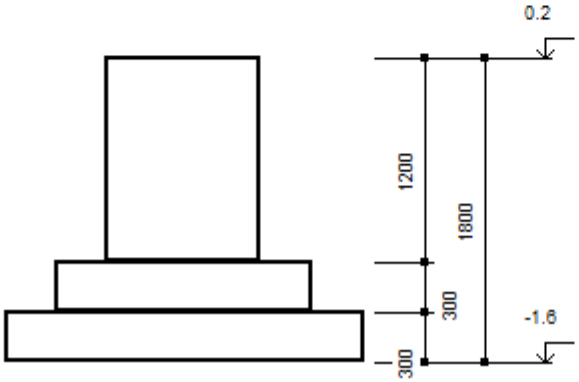
	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	200	200
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	600	600
рядовой	600	600

Наименование	Ед. изм.	Значение
Сетки смятия из стали AII		
Количество		2
Диаметр	мм	5
Длина по X	мм	850
К-во стержней		9
Длина по Y	мм	850
К-во стержней		9
Шаг стержней	мм	100
Общий вес	кг	4.7

Наименование	Ед.	Значение

	изм.	
	Расход	
Бетон	м3	3.0
Арматура		
рабочая	кг	61.1
Арматура		
конструктив.	кг	4.7
Стоимость	руб	150.1





Фундамент Ф - 5

Число ф-тов в комплексе	1
Объем бетона ф-та (м3)	2.97
Вес арматуры ф-та (кг)	66

457531	Фундамент Ф 6	24.12.2020

Просадочность 1 слоя под подошвой не учитывается,
т.к. начальное просадочное давление 5.000 т/м2
больше расчетного давления на основание 4.865 т/м2
Подобран из базы фундамент N 1

Наименование	Ед.	Значение
	Напряжения и деформации основания	
Расч. сопрот.		
грунта (R)	т/м2	43.07
Давление:		
максим.(Pmax)	т/м2	5.26
среднее(Pmid)	т/м2	3.68
миним.(Pmin)	т/м2	2.10
кр.давл.от Mx	т/м2	4.20
кр.давл.от My	т/м2	4.74
Осадка	м	0.0002
Крен:		
вокруг оси Y	рад	0.0003
вокруг оси X	рад	0.0006

Сжатая толща	м	0.55
Верт.составл. нагрузки	т	12.29
допуст.верт. нагрузка	т	246.49

Опалубка фундамента
Бетон класса В15

Размеры плитной части	мм	по X 1800		по Y 1800		
Смещение ц.т. подколонника	мм	по X 0		по Y 0		
Высоты ступеней	мм	300	300	0		
Вылеты ступеней по оси X	мм	150	300	0	0	300 150
по оси Y	мм	150	300	0	0	300 150
Размеры подколонника						
по оси X	мм	900				
по оси Y	мм	900				
высота	мм	1200				
Размеры стакана привязка						
по оси x	мм	0	0			
по оси y	мм	0	0			
глубина	мм	0				

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
10 AIII 2C ------- 175* 175 10 AIII	19.4

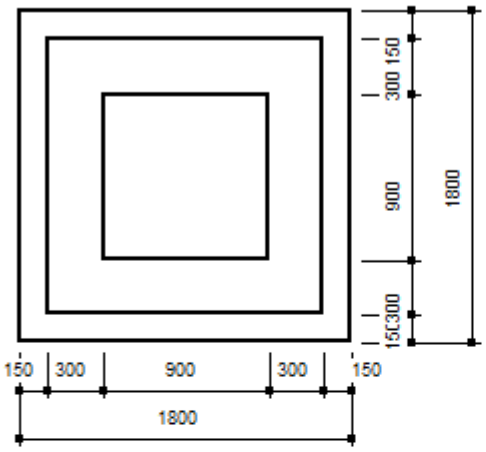
Армирование подколонника по I типу

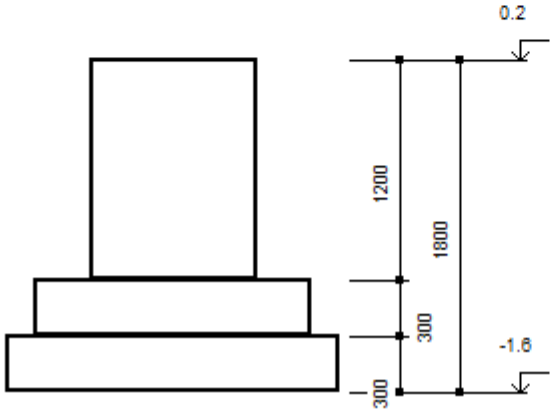
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3
Каркас по оси Y	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3

	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	200	200
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	600	600
рядовой	600	600

Наименование	Ед. изм.	Значение
Сетки смятия из стали AII		
Количество		2
Диаметр	мм	5
Длина по X	мм	850
К-во стержней		9
Длина по Y	мм	850
К-во стержней		9
Шаг стержней	мм	100
Общий вес	кг	4.7

Наименование	Ед. изм.	Значение
		Расход
Бетон	м3	2.6
Арматура		
рабочая	кг	52.8
Арматура		
конструктив.	кг	4.7
Стоимость	руб	132.2





Фундамент Ф - 6

Число ф-тов в комплексе	1
Объем бетона ф-та (м3)	2.62
Вес арматуры ф-та (кг)	57

457531	Фундамент Ф 7	24.12.2020

Просадочность 1 слоя под подошвой не учитывается,
т.к. начальное просадочное давление 5.000 т/м2
больше расчетного давления на основание 4.820 т/м2
Подобран из базы фундамент N 1

Наименование	Ед.	Значение
		Напряжения и деформации основания
Расч. сопрот.		
грунта (R)	т/м2	43.07
Давление:		
максим.(Pmax)	т/м2	5.12
среднее(Pmid)	т/м2	3.62
миним.(Pmin)	т/м2	2.12
кр.давл.от Mx	т/м2	4.16
кр.давл.от My	т/м2	4.58
Осадка	м	0.0002
Крен:		
вокруг оси Y	рад	-0.0003

вокруг оси X	рад	0.0006
Сжатая толща	м	0.55
Верт.составл. нагрузки	т	12.35
допуст.верт. нагрузка	т	253.53

Опалубка фундамента

Бетон класса В15

Размеры плитной части	мм	по X	1800		по Y	1800	
Смещение ц.т. подколонника	мм	по X	0	по Y		0	
Высоты ступеней	мм		300	0	0		
Вылеты ступеней по оси X	мм	450	0	0	0	0	450
по оси Y	мм	450	0	0	0	0	450
Размеры подколонника							
по оси X	мм	900					
по оси Y	мм	900					
высота	мм	1500					
Размеры стакана и привязка							
по оси x	мм	0	0				
по оси y	мм	0	0				
глубина	мм	0					

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
10 AIII 2C ------- 175* 175 10 AIII	19.4

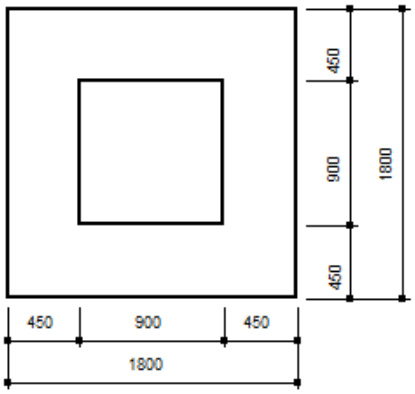
Армирование подколонника по I типу

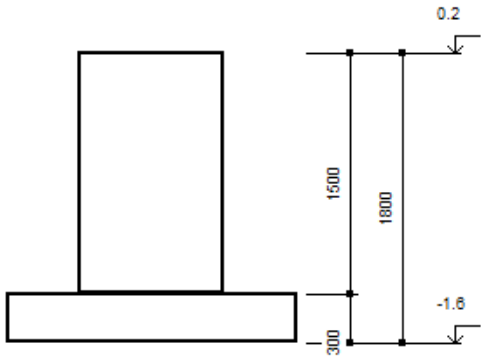
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3
Каркас по оси Y	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3

	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	200	200
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	600	600
рядовой	600	600

Наименование	Ед. изм.	Значение
Сетки смятия из стали AII		
Количество		2
Диаметр	мм	5
Длина по X	мм	850
К-во стержней		9
Длина по Y	мм	850
К-во стержней		9
Шаг стержней	мм	100
Общий вес	кг	4.7

Наименование	Ед. изм.	Значение
		Расход
Бетон	м3	2.2
Арматура		
рабочая	кг	52.8
Арматура		
конструктив.	кг	4.7
Стоимость	руб	113.6





Фундамент Ф - 7

Число ф-тов в комплексе	1
Обьем бетона ф-та (м3)	2.19
Вес арматуры ф-та (кг)	57

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КОМПЛЕКСА 457531

Сейсмичность, баллы 0
Произведение коэф. К0*К1*А/g по СП 14.13330.2014 0.00

******* Таблица 1.1 Материалы фундамента на естественном основании. *******

Классы бетона		Классы арматуры		
плитной части	подколонника	рабочей продольной плитной части	подколонника	конструктивной подколонника
1	2	3	4	5
Ф 8 порядковый номер 8 1 шт. ф-т на естественном основании				
В15	В15	AIII	AIII	AII
Ф 9 порядковый номер 9 1 шт. ф-т на естественном основании				
В15	В15	AIII	AIII	AII

******************** Таблица 1.2 Характеристики бетона. ********************

Класс бетона (из табл.1.1)	Расчетные сопротивления для I группы предельных состояний, кгс/см2		Коэффициент условий работы бетона
	Rb	Rbt	Yb1
1	2	3	4
Ф 8			
В15	85.0	7.50	1.00
В15	85.0	7.50	1.00
Ф 9			
В15	85.0	7.50	1.00
В15	85.0	7.50	1.00

******************* Таблица 1.3 Характеристики арматуры. *******************

Класс арматуры (из табл.1.1)	Расчетные сопротивления для I группы предельных состояний, кгс/см2		
	Rs	Rsw	Rsc
1	2	3	4
Ф 8			
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AII	2700.00	2150.00	2700.00
Ф 9			
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AIII	3550.00	2850.00	3550.00
AII	2700.00	2150.00	2700.00

** Таблица 1.4 Стоимости материалов фундамента на естественном основании. **

Стоимость		
бетона плитной части,руб/м3	арматуры, руб/т	
	рабочей продольной плитной части	конструктивной подколонника
1	2	3
Ф 8		
43	340	340
Ф 9		
43	340	340

******* Таблица 2.1 Характеристики грунтов для расчета по деформациям. *******

Номер сл.	Толщина слоя, м	Расчет угол внутр. трения град	Расчет удельн. вес грунта тс/м3	Расчет удельн сцепл. тс/м2	Модуль дефор-мации слоя E, тс/м2	Модуль дефор-мации слоя Ee тс/м2	Коэффициент Пуассона	Коэффициент пори-стости	Yc1*Yc2 / k	Ограничение давлен. на слой тс/м2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ф 8										
1	10.00	26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00
Ф 9										
1	10.00	26.0	1.69	2.80	1100	0	0.35	0.63	1.25	0.00

********** Таблица 2.2 Отметки. **********

Относительные отметки, м: подошвы	верха подколонника	планировки	уровня природного рельефа	уровня грунтовых вод	уровня водоупора	Удельный вес засыпного грунта, тс/м3	Расстояние от низа ростверка до острия сваи, м
1	2	3	4	5	6	7	8
Ф 8							
-1.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00
Ф 9							
-1.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00

*** Таблица 2.3 Характеристики грунтов для расчета естественных оснований***
по несущей способности.

Номер слоя из табл.2.1	Расчетный угол внутреннего трения, град	Расч.удельн вес грунта тс/м3	Расчетное удельное сцепление, тс/м2	Yc	Yc,eq
1	2	3	4	5	6
Ф 8					
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.00
Ф 9					
1	23.00	1.65	2.30	0.78	0.00

********** Таблица 3. Подколонник, колонны.**********

Номер колонн 1-4	Тип колонны	Привязка ц.т. колонны к ц.т.подколонника, м: по X	по Y	Размер сечения (ветви) ж/б колонны или базы металл.колонны, м: по X	по Y	Глубина заделки ж/б колонны в стакан, м	Наружный габарит двухветвевой колонны, м: по X	по Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ф 8								
Подколонник X= 0.90 Y= 0.90								
1	мет.сплош	0.000	0.000	0.400	0.400	0.000	0.000	0.000
Ф 9								
Подколонник X= 0.90 Y= 0.90								
1	мет.сплош	0.000	0.000	0.400	0.400	0.000	0.000	0.000

******* Таблица 4.1 Комбинации основных сочетаний расчетных нагрузок *******
от колонн (I группа предельных состояний).

Номер колонны из т.3 1-4	В плоскости XOZ: изгибающий момент, тсм	поперечная сила,тс	В плоскости YOZ: изгибающий момент, тсм	поперечная сила,тс	Нормальная сила, тс
1	2	3	4	5	6

Ф 8					
1	0.00	0.33	0.02	0.00	1.88
1	0.00	0.82	0.02	0.00	4.44
1	0.00	0.58	0.02	0.00	1.15
1	0.00	0.33	-2.73	0.67	1.88
1	0.00	0.09	0.02	0.00	2.61
1	0.00	0.33	2.77	-0.67	1.88
1	0.00	1.03	-2.46	0.61	3.62
1	0.00	1.03	2.50	-0.60	3.62
1	0.00	0.56	-2.46	0.61	5.00
Ф 9					
1	0.00	0.56	2.50	-0.60	5.00
1	0.00	-0.33	0.02	0.00	1.88
1	0.00	-0.82	0.02	0.00	4.44
1	0.00	-0.09	0.02	0.00	2.61
1	0.00	-0.33	-2.73	0.67	1.88
1	0.00	-0.58	0.02	0.00	1.15
1	0.00	-0.33	2.77	-0.67	1.88
1	0.00	-0.56	-2.46	0.61	5.00
1	0.00	-0.56	2.50	-0.60	5.00
1	0.00	-1.03	-2.46	0.61	3.62
1	0.00	-1.03	2.50	-0.60	3.62

********** Таблица 4.6 Нагрузки на грунте.**********

Расчетные нагрузки на грунте с коэффициентом Yf>1 по квадрантам плана, тс/м2			
1	2	3	4
Ф 8			
0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 9			
0.00	0.00	0.00	0.00

***** Таблица 5.1 Ограничения при проектировании фундамента (начало) *****

Схема приведения нагрузок	Допустимые осадка, м	Допустимые крен, рад вдоль оси X	Допустимые крен, рад вдоль оси Y	Ограничения на развития в плане +DX	+DY	-DX	-DY
1	2	3	4	5	6	7	8
Ф 8							
консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00
Ф 9							
консоль	0.15	0.0020	0.0020	0.00	0.00	0.00	0.00

*** Таблица 5.2 Ограничения при проектировании фундамента (продолжение) ***

Максимально допустимое соотношение сторон	Признак сбивки	Признак определения осадки	Допустимая форма эпюры напряжений	Защитный слой, см	Допуст. ширина трещин в плите, мм	Допуст. ширина трещин в свае, мм	Признак проектир подколон
1	2	3	4	5	6	7	8
Ф 8							
1.0	нет	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да
Ф 9							
1.0	нет	да	0.00	3.5	0.30	0.00	да

******** Таблица 8.1. Задание для определения просадки фундамента ********
на естественном основании.

Тип просадочности 1-первый 2-второй	Коэффициент условий работы Yc	Номера просадочных слоев из таблицы 2.1					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ф 8								
1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ф 9								
1	0	1	0	0	0	0	0	0

***** Таблица 8.2.График относительной просадочности природного рельефа. *****

Глубина от поверхности природного рельефа, м	Начальное просадочное давление, тс/м2	Относительная просадочность при давлении на грунт, тс/м2			
		10	20	30	40
1	2	3	4	5	6
Ф 8					
1.60	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250
Ф 9					
1.60	5.000	0.0150	0.0160	0.0200	0.0250

Таблица 10. Задание на подбор фундамента из базы (решение обратной задачи).

Марка фундамента	Номера фундаментов из номенклатуры		Протокол проверки
	от	до	
1	2	3	4
Ф 8			
8	2	2	печатать
Ф 9			
9	2	2	печатать

База данных 457531 для подбора фундаментов

********** Таблица 1. Опалубка проверяемого фундамента. **********

Тип опалубки	Размеры подошвы м		Высоты ступеней, м			Высота фундамента	Размеры подколонника м	
	по X	по Y	I	II	III	м	по X	по Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.80	1.80	0.30	0.00	0.00	1.80	0.90	0.90
2	2.10	2.10	0.30	0.30	0.00	1.80	0.90	0.90

********** Таблица 2. Вылеты ступеней. **********

Тип вылетов	Вылеты по X (слева направо), м						Вылеты по Y (снизу вверх), м					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45
2	0.30	0.30	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.00	0.00	0.30	0.30

********** Таблица 3. Армирование подошвы фундамента. **********

Тип армирования подошвы	Площадь арматуры, см2	
	по X	по Y
1	2	3
1	0.30	0.30
2	0.30	0.30

********** Таблица 4. Армирование подколонника. **********

Тип армирования подколонника	Армирование подколонника: площадь продольного армирования вдоль одной грани, см2 по X	по Y	Способ армирования 1-плоская сетка 2-пространственный каркас	поперечное армирование: диаметр, мм по X	по Y	шаг, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	0.30	0.30	0	0	0	0

********** Таблица 5. Поперечное армирование стакана. **********

Тип поперечного армирования	Поперечное армирование стакана: количество сеток с шагом 50 мм	100 мм	200 мм	диаметр арматуры, мм	Сетки смятия: количество	диаметр арматуры, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	8	2	5

********** Таблица 7. Номенклатура проверяемых фундаментов. **********

Номер фундамента в номенклатуре	Тип опалубки из табл.1	Тип вылетов из табл.2	Тип армирования подошвы из табл.3	Тип армирования подколонника из табл.4	Тип поперечного армирования из табл.5	Тип свайного куста из табл.6
1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	0
2	2	2	2	1	1	0

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ДЛЯ ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИХ ФУНДАМЕНТОВ

457531	Фундамент Ф 8	24.12.2020

Просадочность 1 слоя под подошвой не учитывается,
т.к. начальное просадочное давление 5.000 т/м2
больше расчетного давления на основание 4.732 т/м2
Подобран из базы фундамент N 2

Наименование	Ед.	Значение
Напряжения и деформации основания		
Расч. сопрот. грунта (R)	т/м2	43.61
Давление:		
максим.(Pmax)	т/м2	5.72
среднее(Pmid)	т/м2	4.23
миним.(Pmin)	т/м2	2.21
кр.давл.от Mx	т/м2	4.96
кр.давл.от My	т/м2	4.97
Осадка	м	0.0009
Крен:		
вокруг оси Y	рад	0.0006
вокруг оси X	рад	0.0005
Сжатая толща	м	1.26
Верт.составл. нагрузки	т	19.59
допуст.верт. нагрузка	т	342.23
Опалубка фундамента Бетон класса B15		
Размеры плитной части	мм	по X 2100 по Y 2100
Смещение ц.т.		

подколонника	мм	по X	0	по Y	0		
Высоты							
ступеней	мм	300	300	0			
Вылеты ступе-							
ней по оси X	мм	300	300	0	0	300	300
по оси Y	мм	300	300	0	0	300	300
Размеры							
подколонника							
по оси X	мм	900					
по оси Y	мм	900					
высота	мм	1200					
Размеры стака							
на и привязка							
по оси x	мм	0	0				
по оси y	мм	0	0				
глубина	мм	0					

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
10 AIII 2C ------- 205* 205 10 AIII	27.8

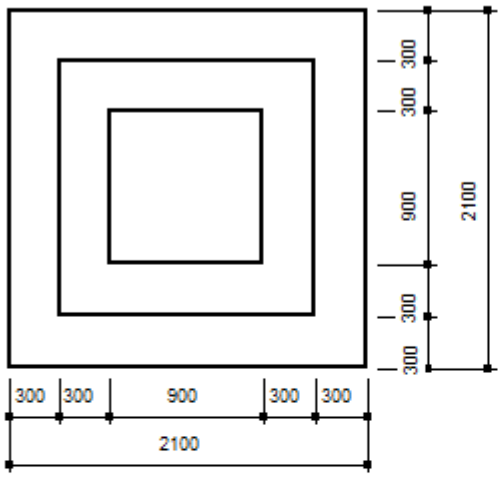
Армирование подколонника по I типу

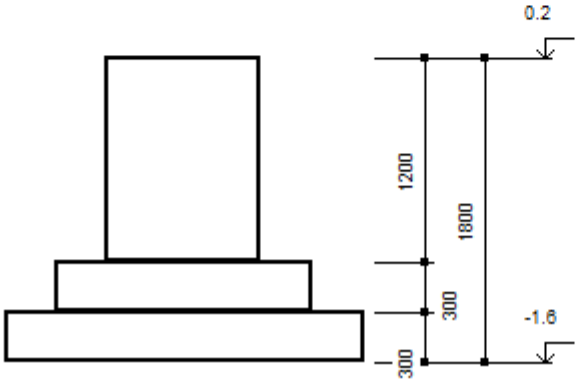
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3
Каркас по оси Y	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3

	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	200	200
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	600	600
рядовой	600	600

Наименование	Ед. изм.	Значение
Сетки смятия из стали AII		
Количество		2
Диаметр	мм	5
Длина по X	мм	850
К-во стержней		9
Длина по Y	мм	850
К-во стержней		9
Шаг стержней	мм	100
Общий вес	кг	4.7

Наименование	Ед. изм.	Значение
Расход		
Бетон	м3	3.0
Арматура рабочая	кг	61.1
Арматура конструктив.	кг	4.7
Стоимость	руб	150.1





Фундамент Ф - 8

Число ф-тов в комплексе	1
Обьем бетона ф-та (м3)	2.97
Вес арматуры ф-та (кг)	66

```
 ------------------------------------------------------------
 |  457531|        Фундамент  Ф     9        | 24.12.2020 |
 ------------------------------------------------------------
 Просадочность   1  слоя под подошвой не учитывается,
 т.к. начальное просадочное давление       5.000 т/м2
 больше расчетного давления на основание   4.732 т/м2
Подобран из базы фундамент N   2
 ------------------------------------------------------------
 | Наименование | Ед.|              Значение              |
 ------------------------------------------------------------
 |           Напряжения и деформации основания             |
 | Расч. сопрот.|    |                                    |
 | грунта   (R) |т/м2|        43.61                       |
 | Давление:    |    |                                    |
 | максим.(Pmax)|т/м2|         5.72                       |
 | среднее(Pmid)|т/м2|         4.23                       |
 | миним.(Pmin) |т/м2|         2.21                       |
 | кр.давл.от Mx|т/м2|         4.96                       |
 | кр.давл.от My|т/м2|         4.99                       |
 | Осадка       |  м |       0.0009                       |
 | Крен:        |    |                                    |
 | вокруг оси Y | рад|      -0.0006                       |
 | вокруг оси X | рад|       0.0005                       |
 | Сжатая толща |  м |         1.26                       |
 | Верт.составл.|    |                                    |
 | нагрузки     |  т |         19.59                      |
 | допуст.верт. |    |                                    |
 | нагрузка     |  т |       342.23                       |
 |                 Опалубка фундамента                     |
 |                    Бетон класса В15                     |
 | Размеры      |    |                                    |
```

плитной части	мм	по X 2100		по Y 2100			
Смещение ц.т.							
подколонника	мм	по X 0	по Y	0			
Высоты							
ступеней	мм	300	300	0			
Вылеты ступе-							
ней по оси X	мм	300	300	0	0	300	300
по оси Y	мм	300	300	0	0	300	300
Размеры							
подколонника							
по оси X	мм	900					
по оси Y	мм	900					
высота	мм	1200					
Размеры стака							
на и привязка							
по оси x	мм	0	0				
по оси y	мм	0	0				
глубина	мм	0					

Армирование плитной части

Марка сетки	Общий вес, кг
10 AIII 2C ------- 205* 205 10 AIII	27.8

Армирование подколонника по I типу

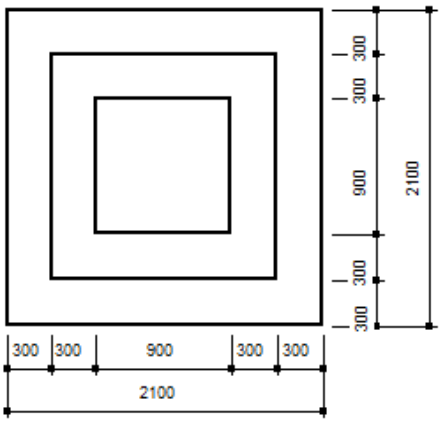
	Марка каркаса	К-во	Общ.вес, кг
Каркас по оси X	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3
Каркас по оси Y	12AIII 1C------- 6AIII (0) 85* 175	2	8.3

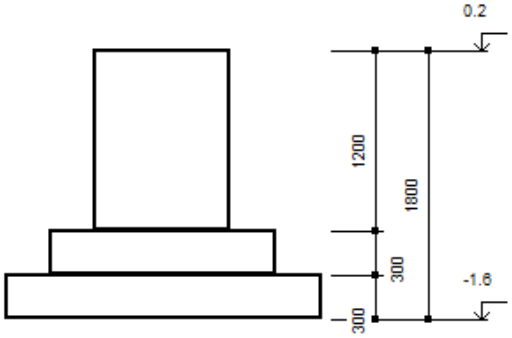
	КП(вдоль X)	КП(вдоль Y)
Шаг рабочих стержней	200	200
Вылет монтажных стержней	25	25
Шаг монтажных стержней нижний	600	600
рядовой	600	600

Наименование	Ед. изм.	Значение
Сетки смятия из стали AII		
Количество		2
Диаметр	мм	5
Длина по X	мм	850
К-во стержней		9
Длина по Y	мм	850
К-во стержней		9
Шаг стержней	мм	100
Общий вес	кг	4.7

Наименование	Ед. изм.	Значение
Расход		
Бетон	м3	3.0
Арматура рабочая	кг	61.1
Арматура		

конструктив.	кг	4.7
Стоимость	руб	150.1





Фундамент Ф - 9

Число ф-тов в комплексе	1
Обьем бетона ф-та (м3)	2.97
Вес арматуры ф-та (кг)	66

37. Выводы.

Принятая расчетная модель конструкций отражает действительные условия работы, отвечающие рассматриваемой расчетной ситуации. В расчете учтены факторы, определяющие напряженное и деформированное состояния, особенности взаимодействия элементов конструкций между собой, пространственная работа конструкций.

Принятая конструкция удовлетворяет условиям и требованиям в соответствии с нормативными документами.

Прогибы балок от постоянных и временных нагрузок не превышают максимально допустимые значения l/200 и 1/300. Изгибы стоек от постоянных и временных нагрузок не превышают максимально допустимые значения h/150.

Результаты выполненных расчётов свидетельствуют, что геометрические размеры и армирование монолитных фундаментов удовлетворяют требованиям действующих нормативных документов и обеспечивают надёжность.

Деформации оснований не превышают требований нормативных документов (СП РК5.01-102-2013, прил.В, табл.В.1, Пособия по проектированию отдельно стоящих опор и эстакад под технологические трубопроводы п.5.18)