ТОО "ГРАДОПРОЕКТ"

Государственная лицензия ГСЛ № 22010472 на право выполнения проектных работ на территории Республики Казахстан

"Реконструкция тепловых сетей от ТК 8-15/1-66 до ТК 8-15/1-65"

Неподвижная опора

«Результаты расчета неподвижной ж.б. опоры»

Г-40-23-ТС.АС-РР

2024 г.

ТОО "ГРАДОПРОЕКТ"

Государственная лицензия ГСЛ № 22010472 на право выполнения проектных работ на территории Республики Казахстан

"Реконструкция тепловых сетей от ТК 8-15/1-66 до ТК 8-15/1-65"

Неподвижная опора

«Результаты расчета неподвижной ж.б. опоры»

Г-40-23-ТС.АС-РР

ГИП		Медведев
Разработал		Агаев А.Р.
Проверил		Медведев
Н.контроль		Грохотов

2024 г.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ДАННЫЕ 4

2 КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ 5

3 СБОР НАГРУЗОК 6

3.1 Собственный вес конструкций 6

3.2 Нагрузки на неподвижные опоры 6

3.3 Сейсмическое воздействие 7

4 РАСЧЕТ 8

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Деформации основания неподвижной опоры 9

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Армирование монолитной ж.б. опоры 10

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 12

1 ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Местоположение объекта – г. Алматы.

- снеговой район – II. Характеристическое значение веса снегового покрова на 1 $м^2$ горизонтальной поверхности земли $S_к$=1,2 кПа (см. НП.3 СП РК EN 1991-1-3:2004/2011);
- ветровой район – II (v_{b0}=25 м/с). Характеристическое значение нагрузки на 1 $м^2$ вертикальной поверхности стенового ограждения составляет q_b=0,39 кПа (см. НП.4 СП РК EN 1991-1-4:2005/2011);
- тип местности – II – открытая местность с низкой, как трава растительностью и изолированными отдельно стоящими преградами (деревьями, зданиями), расстояние между которыми составляет как минимум 20-кратное значение их высот;
- температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 – минус 23,4° С;
- класс надежности – RC2 (нормальный). Коэффициент надежности по назначению K_{FI}=1,0 (см. табл. В3 СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011);
- сейсмичность района - 9 баллов;
- категория грунтов по сейсмическим свойствам - II;
- степень агрессивного воздействия среды по отношению к бетону – слабоагрессивная;
- Подземные воды в период изысканий (июнь 2023 г.) выработками глубиной до 6 м не вскрыты;
- Грунтовые условия площадки приняты по материалам отчета об инженерно-геологических изысканиях, выполненных ТОО «Регион Кап Строй».

2 КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

Неподвижная опора имеет простую геометрию в виде сплошного монолитного блока с размерами 0,3х1,9х1,0(h), см. рисунок **1**.

Неподвижные монолитные ж.б. опоры выполнены из тяж. бетона кл. прочности С20/25.

Основанием для опоры служат Суглинок (ИГЭ-1) коричневато-серого цвета, полутвердой консистенции, макропористый, просадочный. По данным компрессионных испытаний суглинки при замачивании обладают просадочными свойствами от нагрузок, соответствующих природному давлению и превышающих его. Возможная величина просадки грунтов от собственного веса составила 2,75 см.

Физико – механические свойства:

плотность - ρ=1720 кг/м^3;

модуль деформации - E=7,2 МПа;

угол внутреннего трения - φ=25°;

расчетное сопротивление – Ro=180 кПа.

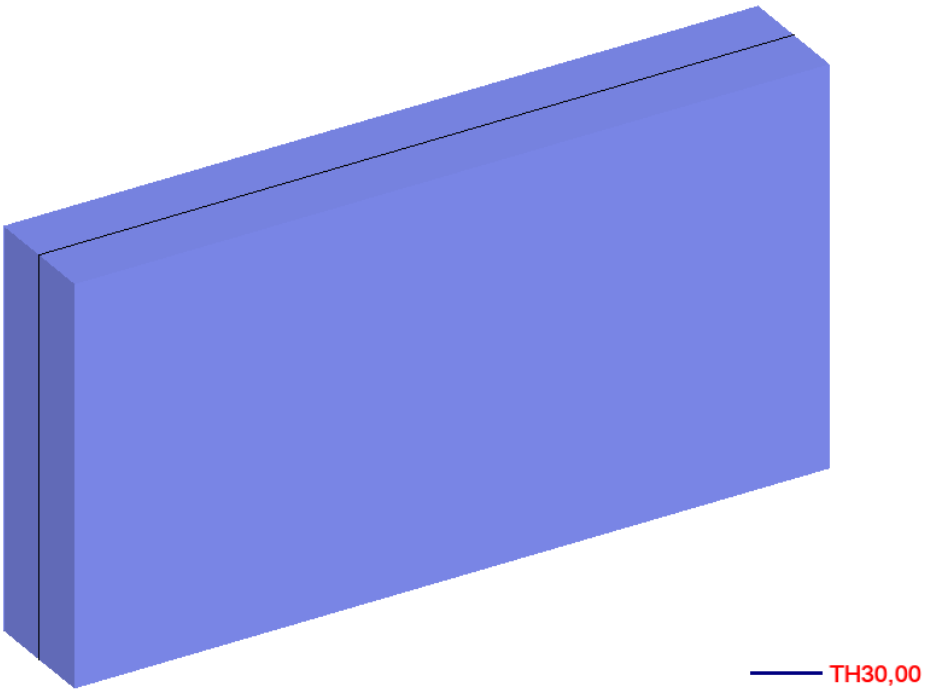

Рисунок 1 - Расчетная схема неподвижной опоры

3 СБОР НАГРУЗОК

3.1 Собственный вес конструкций

Собственный вес ж.б. конструкций учитывается программой «Autodesk Robot Structural Analysis Professional» автоматически.

3.2 Нагрузки на неподвижные опоры

Таблица 1 – Временные (категория D) нагрузки на неподвижную опору типа 1

Назначение трубопроводов	Временные нагрузки (категория D) на опоры, кН		
	горизонтальная осевая	горизонтальная боковая	вертикальная
T1	0,06	0,07	0,21
T2	0,06	0,06	0,21
T3	0,06	0,06	0,21

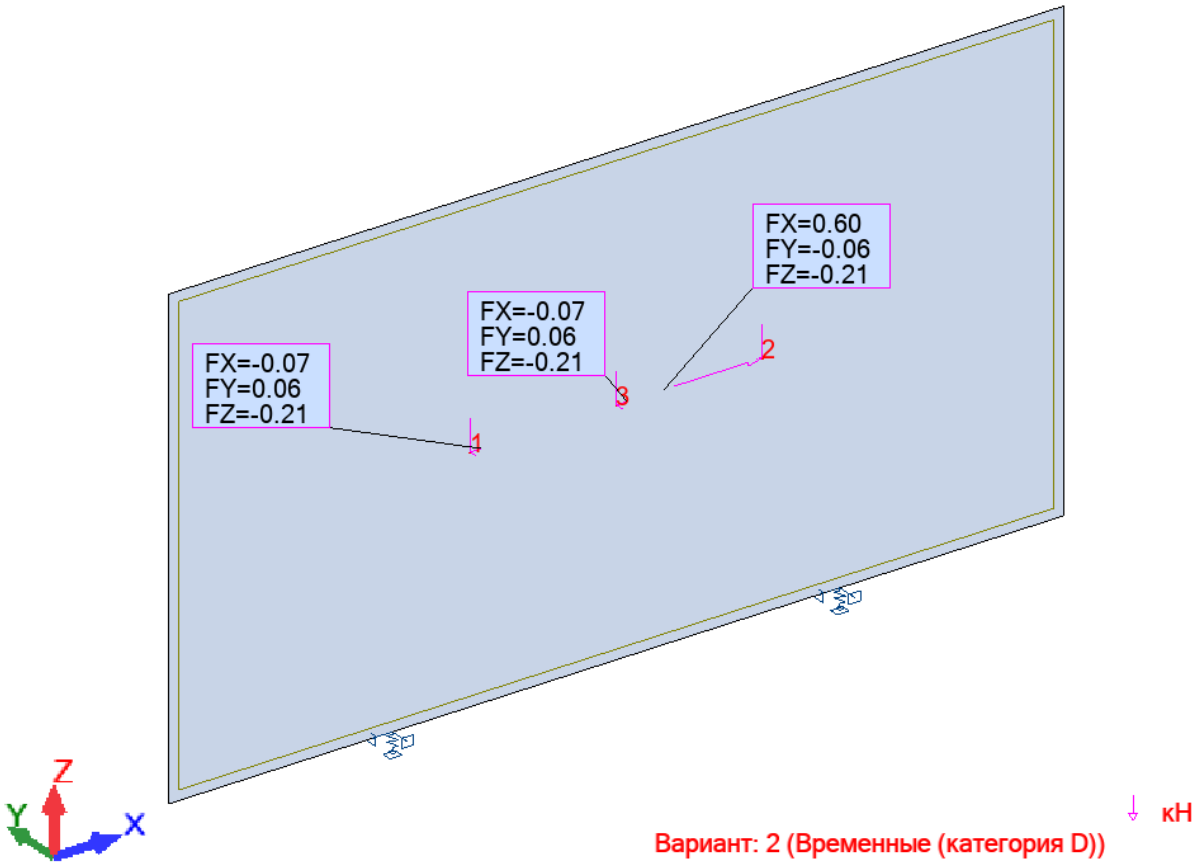

Рисунок 2 – Временные нагрузки (категория D) на неподвижную опору

3.3 Сейсмическое воздействие

Исходные данные для определения сейсмического нагружения (горизонтального):

- Сейсмическое воздействие определяется через расчетный спектр для упругого анализа (п.п. 3.2.2.5 [9]);
- Коэффициент ответственности сооружения γ_I=1,0 (см. табл. 5.1 [12]);
- Референтное пиковое ускорение для грунта $a_{gR(475)}$ = 0,38, $a_{gR(2475)}$ = 0,73 (см. Национальное приложение к [9]);
- Расчетное ускорение для грунта в соответствии с п.п. 4.1.2 [11]:

$$a_g = \max\begin{Bmatrix} a_{g(475)} \cdot \gamma_I = 0{,}38g \cdot 1{,}0 \approx 0{,}38g \\ \frac{2}{3} a_{g(2475)} \cdot \gamma_I = \frac{2}{3} \cdot 0{,}73g \cdot 1{,}0 \approx 0{,}49g \end{Bmatrix} = 0{,}49g = 0{,}49 \cdot 9{,}81 \approx 4{,}81\ \text{м/с}^2.$$

- Коэффициент поведения – p=3,85 (табл. Б1 [13]);
- Коэффициент, характеризующий влияние типа грунтовых условий (см. табл. 4.3 [11]): для II типа грунтовых условий по сейсмическим свойствам значение коэффициента S=(1,8–2×a_g/g) = (1,8–2×0,49) = 0,82 < 1,1, в результате принимается значение S=1,1;
- Минимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений – T_B=0,25 с (табл. 4.2 [11]);
- Максимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений – T_C=0,64 с (табл. 4.2 [11]);
- Значение периода, определяющее начало диапазона постоянных перемещений на спектре реакций в перемещениях – T_D=2,0 с (см. рис. 3.1 и табл. 3.2 [9]).

При определении сейсмического эффекта модально-спектральным методом учитываются все формы колебаний существенно влияющие на общую реакцию сооружения в соответствии с требованиями п.6.2.2.1.7 – п.6.2.2.1.9 [12].

В соответствии с п. 4.3.3.3.3 [9] эффекты случайного кручения учитываются программой «Autodesk Robot Structural Analysis Professional» автоматически.

Коэффициенты комбинаций ψ_E для вычисления эффектов сейсмических воздействий:

1) Собственный вес конструкций $\psi_E = 1$;
2) Временные (категория D) – $\psi_E = \psi_2 = 0{,}6$ (см. табл. А1.1 [1] и табл. 4.2 [9]).

Сейсмическим воздействием на опору можно пренебречь, так как неподвижная опора, находится в грунте, и имеет относительно не большие габариты, что в свою очередь обеспечивает низкие внутренние усилия.

4 РАСЧЕТ

Расчет монолитных ж.б. конструкций выполнен в программном комплексе «Autodesk Robot Structural Analysis Professional» по методу конечных элементов согласно:

- СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 «Основы проектирования несущих конструкций»;
- СП РК EN 1991-1-1 «Воздействия на несущие конструкции. Собственный вес, постоянные и временные нагрузки на здания»;
- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011 «Проектирование железобетонных конструкций»;
- СП РК 1997-1:2004/2011 «Геотехническое проектирование»;
- СП РК 1998-1:2004/2012 «Проектирование сейсмостойких конструкций»;
- СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений».

Расчет монолитных ж.б. опор произведен на следующие загружения:

1) Собственный вес;
2) Временные (категория D);

Комбинации нагрузок составлены согласно п. 6.4.3, приложению А1 [1].

Частные коэффициенты безопасности для постоянных и временных нагрузок $\gamma_{G,j}$, $\gamma_{Q,i}$ приняты по приложению А1 [1].

Коэффициенты сочетаний Ψ_i приняты по табл. НП.А1.1 НП [1].

Результаты расчета оформлены в приложениях, так же к данной расчетно пояснительной записке прилагается расчетный файл с названием: «Опора» с расширением rtd.

В результате расчета выполнены:

1) деформации основания, см. ПРИЛОЖЕНИЕ А;
2) армирование неподвижной ж.б. опоры, см. ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Деформации основания неподвижной опоры

Коэффициент постели грунта

Таблица 2 – Грунты основания

Наименование грунта	Мощность слоя (м)	Плотность (кг/м^3)	Угол трения (град)	Удельное сцепление (кПа)	v	E (МПа)	Коэф. уплотнеия
1) Суглинки	2,8	1720	25	26	0,35	7,2	0,95

Средний коэффициент упругости для многослойного грунта

K = 43777,1 (кН/м3)

Эквивалентный коэффицент упругости

Для ленточного фундамента размеры которой 0,3 * 1,9 (м)
с расчетной фундаментной нагрузкой: 12 (кН/м)
KZ = 13133,1 (кПа)

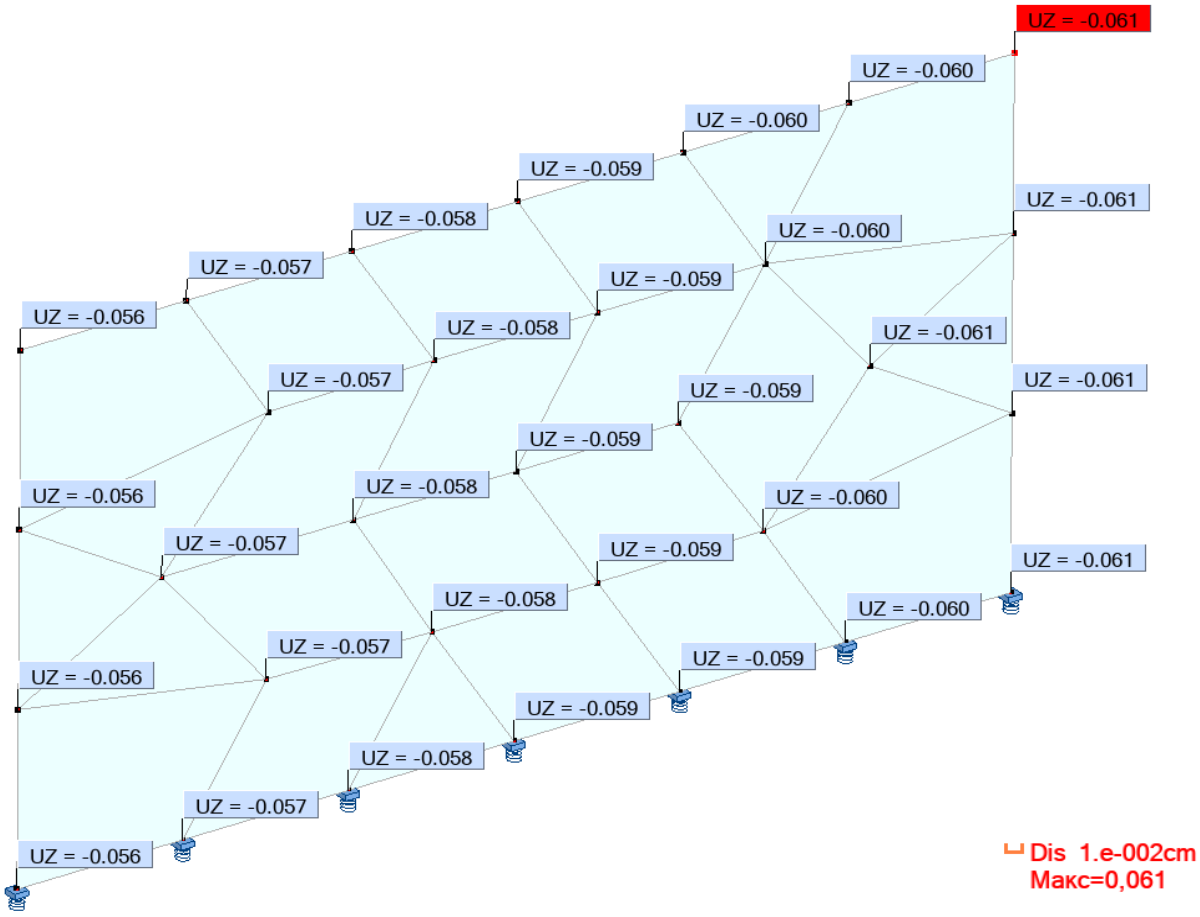

Рисунок 3 – Вертикальная деформация (осадка основания) неподвижной опоры, (см)

Результирующая деформация с учетом осадка + просадка составляет:
s=0,061+2,91=2,971 см < su=10 см (см. Приложение В [8])

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Армирование монолитной ж.б. опоры

Общее

Тип расчета: изгиб + сжатие/растяжение

Направление армирования: автоматически

Класс конструкции: S4

Материалы

Бетон: C20/25

Сталь: S400, Нормативная прочность 400 (МПа)

Класс пластичности: B

Марка цемента: N

Параметры ПС2

Область расчета

Трещинообразов: ДА

- Корретировка армирования: ДА

Прогиб: НЕТ

- Корретировка армирования: НЕТ

Максимальные значения

Прогиб f < 3,0 см

верхний слой

Класс среды: XC2

Допустимая ширина трещины: wk < 0,4 мм

нижний слой

Класс среды: XC2

Допустимая ширина трещины: wk < 0,4 мм

Другие параметры:

Возраст бетона в момент приложения нагрузки: 90 дни

Относительная влажность среды: 80 %

Защ.слой: Нижний c1 = 3,5 (см), Верхний c2 = 3,5 (см),

Отклонения защитного слоя: Cdev = 1,0 (см), Cdur = 0,00(см)

Компоновка арматуры: дву-направленная

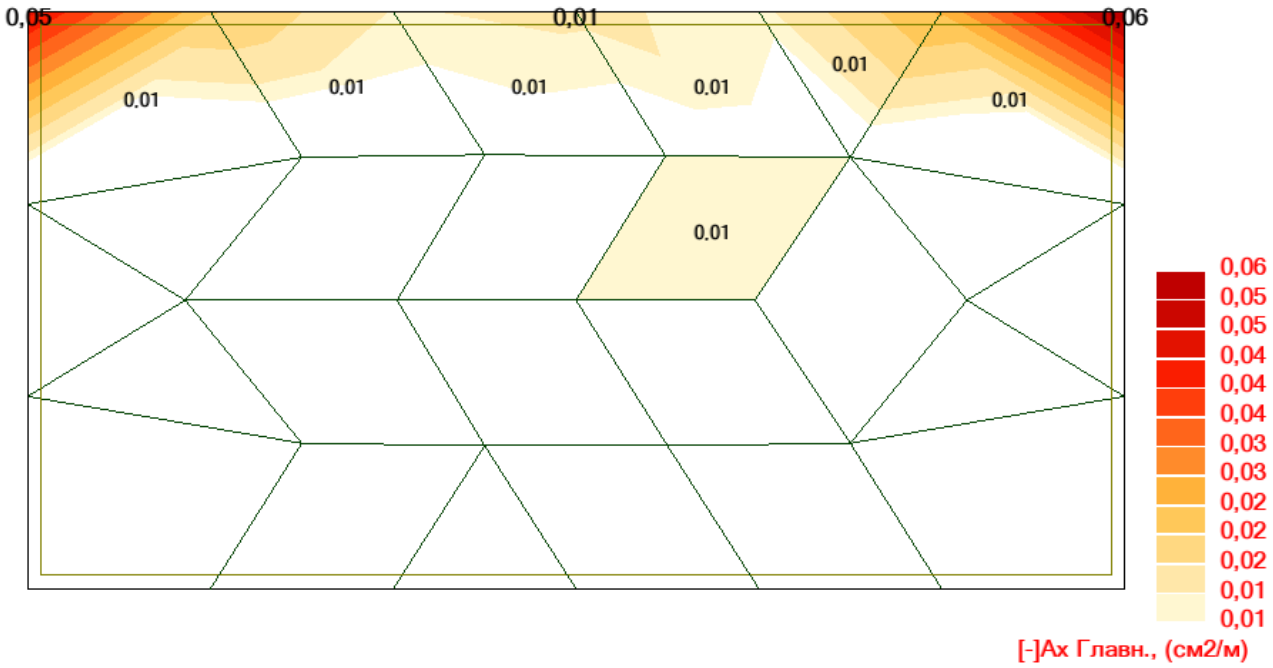

Рисунок 4 – Горизонтальное теоретическое армирование (плоскость 1)

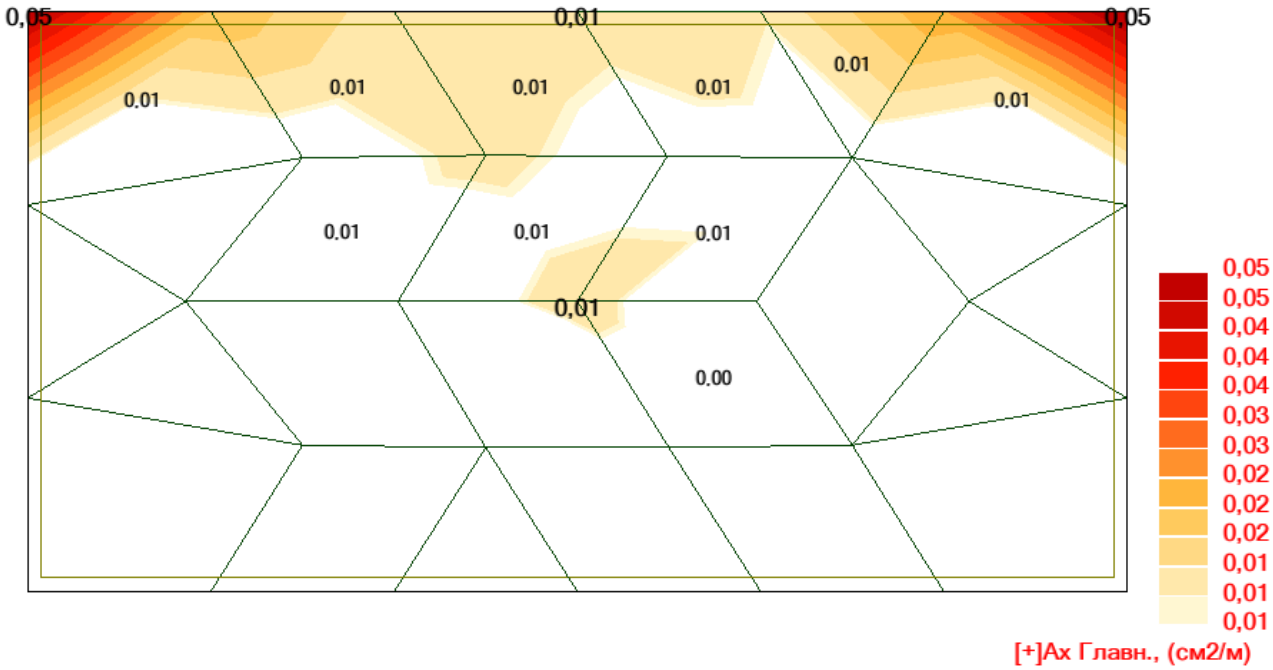

Рисунок 5 – Горизонтальное теоретическое армирование (плоскость 2)

Вертикального армирования в результате расчета по прочности не требуется.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011. «Основы проектирования несущих конструкций»;
2. СП РК EN 1991-1-1:2002/2011. «Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1. Собственный вес, постоянные и временные нагрузки на здания»;
3. СП РК EN 1991-1-3:2004/2011. «Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки»;
4. СП РК EN 1991-1-4:2005/2011. «Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия»;
5. НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017 (к СП РК EN 1991-1-3:2004/2011 и СП РК EN 1991-1-4:2005/2011). «Нагрузки и воздействия на здания»;
6. СП РК EN 1992-1-1:2004/2011. «Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила»;
7. СП РК EN 1997-1:2004/2011. «Геотехническое проектирование. Часть 1-1. Общие правила»;
8. СП РК 5.01-102-2013. «Основания зданий и сооружений».
9. СП РК EN 1998-1:2004/2012. «Проектирование сейсмостойких конструкций»;
10. СП РК 2.03-30-2017*. «Строительство в сейсмических зонах»;
11. НТП РК 08-01.1-2012 (к СП РК EN 1998-1:2004/2012). «Проектирование сейсмостойких зданий и сооружений. Часть 1. Общие положения. Сейсмические воздействия.»;
12. НТП РК 08-01.2-2012 (к СП РК EN 1998-1:2004/2012). «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть 2. Проектирование гражданских зданий. Общие требования»;
13. НТП РК 08-01.3-2012 (к СП РК EN 1998-1:2004/2012). «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть 3. Здания из монолитного железобетона»;
14. Справочное пособие к СНиП. «Проектирование подпорных стен и стен подвалов»;
15. Заключение об инженерно-геологических условиях участка. ТОО «Регион Кап Строй».