



УНИВЕРСАЛЬНАЯ  
ДОМОСТРОИТЕЛЬНАЯ  
СИСТЕМА

Решение о приеме в члены саморегулируемой  
организации №331 от 03.11.2020г.

Жилой комплекс "Ваї Дом" со встроенно-  
пристроенными коммерческими помещениями и  
подземным паркингом

Дом 2  
3 этап строительства

Проектная документация

40-РП-21-02-КР.РР

Расчет здания

Главный конструктор \_\_\_\_\_

  
(подпись)

Гельрот А.В.

2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Обозначение	Наименование	Примечание
40-РП-21-02-КР.РР.С	Содержание тома	
40-РП-21-02-КР.РР.ПЗ	Пояснительная записка	
	<u>Прилагаемые документы:</u>	
40-РП-21-02-КР.РР.П1	Приложение 1. Общие результаты расчётов	Стр.18

Согласовано

Разработал

Инв. № подл.

Подп. И дата

Инв. № подл.

40-РП-21-02-КР.РР.С

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата

ГИП Зотов  09.22Исполнит Гельрот  09.22

Содержание

Стадия Лист Листов

П 1

ООО  
“УДС-ИНЖИНИРИНГ”



## 1 ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Проектируемый объект: “Жилой комплекс со встроенно-пристроенными нежилыми помещениями и подземной автостоянкой в мкр. Созидателей на пересечении ул.Ямальская-Тажная в г. Новый Уренгой. Дом 2” расположен по адресу: ЯНАО, г. Новый Уренгой, микрорайон Созидателей.

Расчет выполнен методом конечных элементов с помощью программы “STARK\_ES 2021” (лицензионный ключ 10319, разработчик – ООО «ЕВРОСОФТ», г. Москва, сертификат соответствия № RA.RU.AB86.H01070 от 20.02.2018г). Конструктивные расчёты выполнены в ПК ОМ СНИП “Железобетон”.

Теоретической основой ПК “STARK\_ES 2021” является метод конечных элементов (МКЭ). Комплекс реализует конечно-элементное моделирование статических и динамических расчетных схем, проверку устойчивости, выбор невыгодных сочетаний усилий, подбор арматуры железобетонных конструкций.

В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора тел стандартного типа (стержней, пластин, оболочек и т.д.), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам.

При изменении инженерно-геологических условий площадки строительства, а также параметров сооружения указанный расчет подлежит обязательной корректировке.

Цель расчета – определение усилий и армирования в элементах здания. Определение габаритов, осадок и армирования фундаментов.

## 2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходными данными для выполнения конструктивных расчетов являются:

- чертежи марки “АР”, объёмно-планировочные архитектурные решения;
- конструктивное решение несущих и ограждающих конструкций;
- инженерно-геологические изыскания, выполненные СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «СЕВЕРСТРОЙПРОЕКТ, технический отчет 2122/05.ССП – ИГИ;
- эксплуатационные нагрузки;

40-РП-21-02-КР.РР.ПЗ

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
						П	1	14
Гл. констр.	Гельрот				09.22	ООО “УДС-ИНЖИНИРИНГ”		

Пояснительная записка





Глубина оттаивания на момент бурения изменяется от 0,5 до 3,3 м и зависит от даты бурения.

**Таблица 1.** Нормативные и расчетные значения физико-механических свойств грунтов.

		НГЭ	НГЭ-2	НГЭ-3	НГЭ-4	НГЭ-5	НГЭ-7	
НОРМАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	Р <sub>n</sub> , т/м <sup>3</sup>	1,62	1,62	1,85	1,96	1,99		
	С <sub>n</sub> , кПа	2	2	2	2	1		
	φ <sub>n</sub> , град	33	32	31	31	34		
	Е <sub>n</sub> , МПа	22,7	22,4	22,3	22,4	31,2		
РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПР ДОВЕРИТЕЛЬНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ	при α=0,85							
	γ, кН/м <sup>3</sup>	15,88	15,88	18,13	19,21	19,50		
	Р <sub>n</sub> , т/м <sup>3</sup>	1,62	1,62	1,85	1,96	1,99		
	С <sub>n</sub> , кПа	2	2	2	2	1		
	φ <sub>n</sub> , град	31	31	30	30	34		
	Е <sub>n</sub> , МПа	22,7	22,4	22,3	22,4	31,2		
	при α=0,95							
	γ, кН/м <sup>3</sup>	15,88	15,88	18,13	19,21	19,50		
	Р <sub>n</sub> , т/м <sup>3</sup>	1,62	1,62	1,85	1,96	1,99		
	С <sub>n</sub> , кПа	1	1	1	1	1		
φ <sub>n</sub> , град	29	30	29	30	33			
Е <sub>n</sub> , МПа	22,7	22,4	22,3	22,4	31,2			

Р, т/м<sup>3</sup>- плотность грунта;

γ, кН/м<sup>3</sup>- удельный вес грунта;

Е, МПа - модуль деформации;

φ, град - угол внутреннего трения;

С, кПа- удельное сцепление;

Примечания:

- значения С приведены по таблице А.1 приложение А, СП 22.13330.2016 актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*

- значения φ и Е приведены по данным зондирования

Уровень грунтовых вод залегает на глубинах от 6,7 до 8,4 м; свободная (безнапорная) поверхность водоносного горизонта соответствует абсолютным отметкам 44,51 - 46,55 м.

Максимальный уровень грунтовых вод может быть выше вскрытого на 0,5 - 1,0 м.

#### 4 КОНСТРУКТИВНАЯ СХЕМА ЗДАНИЯ

Конструктивная схема здания – сборно-монолитный железобетонный каркас. Схема – рамно-связевая.

Вертикальные нагрузки от веса людей, конструкций, оборудования воспринимаются несущими элементами каркаса: монолитные железобетонные балки-стенки подвала, монолитная железобетонная плита перекрытия на отметке первого этажа, сборные колонны,

Взаи. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

40-РП-21-02-РР

Лист

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата







## 5.2 Защитный слой

Защитный слой бетона для продольной рабочей арматуры до поверхности стержня, принят не менее диаметра стержня и не менее:

- в плитах и стенках толщиной свыше 100 мм - 20 мм.;
- в колоннах - 30 мм.;
- в фундаментах монолитных при наличии бетонной подготовки - 40 мм.

## 5.3 Расчетные и нормативные характеристики бетона и арматуры

Расчетные и нормативные характеристики для бетона и арматуры класса А500С принимались согласно СП 63.13330.2018,  $R_s=430$ МПа,  $R_{s,c}=400$ МПа,  $R_{s,n}=500$ МПа. Расчетное сопротивление поперечной арматуры (хомутов и отогнутых стержней)  $R_{sw}$  снижают по сравнению с  $R_s$  путем умножения на коэффициент условий работы  $\gamma_{s1}=0,8$ , но не более  $R_{sw}=400$ МПа.

Для тяжелого бетона кл. В25: расчётное сопротивление бетона  $R_b=14,5$ МПа, нормативное сопротивление бетона  $R_{b,n}=18,5$ МПа. Для тяжелого бетона кл. В30: расчётное сопротивление бетона  $R_b=17$ МПа, нормативное сопротивление бетона  $R_{b,n}=22$ МПа.

Согласно п.6.1.12 СП 63.13330.2018, расчетные значения прочностных характеристик бетона для предельных состояний первой группы снижаются путем умножения на соответствующие коэффициенты условий работы  $\gamma_{bi}$ , учитывающие особенности работы бетона в конструкции (характер нагрузки, условия окружающей среды и т.д.):

- $\gamma_{b1}=0,9$  коэффициент условия работы, учитывающий длительное действие нагрузки;
- $\gamma_{b3}=0,85$  коэффициент условия работы, для конструкции, бетонируемых в вертикальном положении при высоте слоя бетонирования свыше 1,5м.

## 5.4 Нагрузки

Нагрузками на схему являются собственный вес конструкций (перекрытий, стен), нагрузка от перегородок, боковая нагрузка от давления грунта на стены подвала, временная нагрузка на перекрытия, нагрузка от снега и ветра.

**Таблица 2.** Сбор нагрузок, кН/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных)

Вид нагрузки	Нормативное значение	Коэф. надёжн. по нагрузке, $\gamma_f$	Расчетное значение
<b>Постоянные нагрузки</b>			
<b>Собственный вес несущих ЖБ конструкции, кН/м<sup>3</sup></b>	25	1,1	<b>27,5</b>
- конструкция пола подвала чистовая отделка - 0,02м $\gamma=25$ кН/м <sup>3</sup> ЦПС - 0,08м $\gamma=18$ кН/м <sup>3</sup>	1,94	1,1	<b>2,13</b>
- конструкция пола 2-9 этажей чистовая отделка - 0,02м $\gamma=25$ кН/м <sup>3</sup> ЦПС - 0,08м $\gamma=18$ кН/м <sup>3</sup>	1,94	1,1	<b>2,13</b>

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взап. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	40-РП-21-02-РР	Лист
------	--------	------	--------	-------	------	----------------	------

- конструкция межэтажных лестничных площадок чистовая отделка – 0,035м $\gamma=25\text{кН/м}^3$	0,875	1,1	<b>0,96</b>
- конструкция кровли Гидроизоляция, пароизоляция 0,015м $\gamma=18\text{кН/м}^3$ Стяжка 0,05 $\gamma=18\text{кН/м}^3$ ; Утеплитель 0,15м, $\gamma=0,35\text{кН/м}^3$ ; Керамзитовый гравий 0,1м $\gamma=6\text{кН/м}^3$ ;	1,82	1,2	<b>2,19</b>
-наружное ограждение Керамзитоблок 0,18м $\gamma=9\text{кН/м}^3$ ; Утеплитель минвата 0,2м, $\gamma=0,4\text{кН/м}^3$ ; Штукатурка с внутренней стороны 0,01м $\gamma=18\text{кН/м}^3$ ; Штукатурка с наружной стороны 0,01м $\gamma=18\text{кН/м}^3$ ; Итого, $\text{кН/м}^2$ : Высота стены с учетом выступающей сборной части ригеля $H_{\text{ст}}=3,0\text{м}-0,25\text{м}-0,18\text{м}-0,02\text{м}=2,55\text{м}$ , $\text{кН/п.м}$	2,06	1,27	2,6 <b>6,63</b>
Нагрузка задана в виде линейной равномерно-распределённой согласно планам чертежей марки АР			
- вес перегородок А) Межквартирная перегородка из керамзитоблока 0,18м $\gamma=9\text{кН/м}^3$ ; затирка с двух сторон 0,01+0,01м $\gamma=18\text{кН/м}^3$ Итого, $\text{кН/м}^2$ : Высота стены $H_{\text{ст}}=2,8\text{м}$ $\text{кН/п.м}$ Б) Межкомнатная перегородка из керамзитоблока 0,08м $\gamma=9\text{кН/м}^3$ ; затирка с двух сторон 0,01+0,01м $\gamma=18\text{кН/м}^3$ Итого, $\text{кН/м}^2$ : Высота стены $H_{\text{ст}}=2,8\text{м}$ $\text{кН/п.м}$ В) Перегородка санузла из керамзитоблока 0,09м $\gamma=9\text{кН/м}^3$ ; затирка с двух сторон 0,01+0,01м $\gamma=18\text{кН/м}^3$ Итого, $\text{кН/м}^2$ : Высота стены $H_{\text{ст}}=2,8\text{м}$ $\text{кН/п.м}$	1,98  1,08  1,17	1,26  1,23  1,24	2,5 <b>7,0</b>  1,33 <b>3,72</b>  1,45 <b>4,06</b>
Нагрузка задана в виде линейной равномерно-распределённой согласно планам чертежей марки АР			
Затирка стен диафрагм жесткостей по 0,01м с каждой стороны (итого 0,02м) $\gamma=18\text{кН/м}^3$ ;	0,36	1,1	0,39
- ограждения балконов: Металлическое с остеклением на всю высоту $\text{кН/п.м}$	1,0	1,1	<b>1,1</b>
-парапет Кирпич полнотелый 0,25м $\gamma=18,0\text{кН/м}^3$ ; Утеплитель минвата 0,2м, $\gamma=0,4\text{кН/м}^3$ ; Штукатурка с наружной стороны 0,01м $\gamma=18\text{кН/м}^3$ ; Высота парапета $h=1,05\text{м}$ $\text{кН/п.м}$	5,0	1,1	<b>5,51</b>
-нагрузка от бокового давления грунта засыпки на стены подвала -удельный вес грунта засыпки $\gamma=18\text{кН/м}^3$ , $\gamma_f=1,15$ -коэф. горизонт. давления грунта $\lambda_r=0,35$ -высота столба грунта $H=0\dots 3,4\text{м}$	0-21,42	1,15	<b>0-24,63</b>
<b>Временные (кратковременные полезные) нагрузки на перекрытия</b>			
Подвальное помещение (офисы)	3,0	1,2	<b>3,6</b>
Жилые этажи	1,5	1,3	<b>1,95</b>
Машинное помещение	2,0	1,2	<b>2,4</b>
Коридоры и л/к жилых этажей	3,0	1,2	<b>3,6</b>
-нагрузка от бокового давления грунта засыпки на стены подвала -нагрузка на поверхность грунта от веса машины $q=10\text{кН/м}^2$ -коэф. горизонт. давления грунта $\lambda_r=0,35$ Интенсивность горизонтального давления на стены подвала $P=q \cdot \lambda_r$	3,5	1,2	<b>4,2</b>

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взаи. инв. №	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	40-ПП-21-02-PP	Лист

<b>Снеговая нагрузка</b>			
Нормативное значение $S_0 = C_e \cdot C_t \cdot \mu \cdot S_g$ , Где: $S_g = 2,5$ кН/м <sup>2</sup> , снеговой район V, $\mu$ - коэффициенты перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие. $\mu = 1$ – площадь кровли, $C_e = 1$ коэф. сноса снега у перепадов высот, при наличии парапетов; $C_t = 1$ термич. коэф.			
- поверхность покрытия		1,4	<b>2,5</b>
- снеговые мешки у стен выхода на кровлю, с коэффициентом $\mu = 3,0$		1,4	<b>7,5</b>
<b>Ветровая нагрузка (средняя составляющая)</b>			
Ветровой район III, $w_0 = 0,38$ кН/м <sup>2</sup> , тип местности – В, коэф. надёжности $\gamma_f = 1,4$ ; коэф. $k(z_e) = 0,5 \dots 0,95$ $W = W_0 \cdot k \cdot C \cdot \gamma_f$			
На наветренную сторону ( $C_e = 0,8$ ), кН/м <sup>2</sup>		1,4	<b>0,22-0,4</b>
На подветренную сторону ( $C_i = -0,5$ ), кН/м <sup>2</sup>		1,4	<b>0,17-0,25</b>

Для расчета по второй группе предельных состояний учитывались следующие ограничения:

- ограничение горизонтального перемещения верха здания в  $h/500$  с учетом воздействия нормативной ветровой нагрузки;
- ограничение прогиба перекрытий –  $1/200 L$ , где  $L$ - пролет перекрытия;
- ограничение ширины раскрытия трещин железобетонных элементов, к которым предъявляются требования третьей категории по трещиностойкости,
- ограничение максимального ускорения этажа здания величиной  $0,08$  м/с<sup>2</sup>, в соответствии с п. 6.5 СП 54.13330.2011 и СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»;
- ограничение относительной разницы осадок фундаментной плиты величиной  $0,003$  в соответствии СП 22.13330.2016 (СНиП 2.02.01-83\*) “Основания зданий и сооружений”
- ограничение максимальной осадки фундамента величиной  $100$  мм в соответствии СП 22.13330.2016 (СНиП 2.02.01-83\*) “Основания зданий и сооружений”

### 5.5 Комбинации нагружений

**Комбинации**

**Тип MIN/MAX наложения : нет**

Номер	НГ-1	НГ-2	НГ-3	НГ-4	НГ-5	НГ-6	НГ-7	НГ-8	НГ-9	НГ-10	НГ-11	НГ-12
К-1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0	0,9	0,9
К-2	1	1	1	1	1	1	1	0,9	-0,9	0	-0,9	-0,9
К-3	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0	0,9	0	0
К-4	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0	-0,9	0	0
К-5	0,91	0,91	0,833	0,787	0,833	0,833	0,77	0,64	0,64	0	0,64	0,64
К-6	0,91	0,91	0,833	0,787	0,833	0,833	0,77	0,64	-0,64	0	-0,64	-0,64
К-7	0,91	0,91	0,833	0,787	0,833	0,833	0,77	0,64	0	0,64	0	0
К-8	0,91	0,91	0,833	0,787	0,833	0,833	0,77	0,64	0	-0,64	0	0
К-9	0,91	0,91	0,833	0,787	0,833	0,29	0,27	0,44	0	0	0	0

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

40-РП-21-02-РР

Лист

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата

## Комбинации (продолжение)

Номер	НГ-13	НГ-14	НГ-15
К-1	0.9	0	0
К-2	-0.9	0	0
К-3	0	0.9	0.9
К-4	0	-0.9	-0.9
К-5	0.64	0	0
К-6	-0.64	0	0
К-7	0	0.64	0.64
К-8	0	-0.64	-0.64
К-9	0	0	0

Нагружение 1 – Собственный вес конструкции;

Нагружение 2...5 – Постоянная;

Нагружение 6, 7 – Полезная кратковременная;

Нагружение 8 – Снеговая;

Нагружение 9 – Ветер вдоль оси +X;

Нагружение 10 – Ветер вдоль оси +Y;

Нагружение 11...15 – динамические нагружения, от соответствующих статических ветровых нагружений.

Нагрузки от собственного веса конструкций (нагружение 1) учтены автоматически.

Нагружение 9, 10 статический ветер. Нагрузка приложена в виде узловой по торцам плит перекрытий (знакопеременное нагружение).

На схему приложены расчётные значения нагрузок.

Первая группа сопутствующих нагружений НГ-6 и НГ-7 (полезная на перекрытия).

Первая группа взаимоисключающих нагружений НГ-9, НГ-10 (ветер). Расчёт произведён с учётом пульсационной составляющей ветровой нагрузки.

Коэффициенты сочетания приняты программой (по умолчанию).

Перемещение системы учитывались при нормативных значениях нагрузок (комбинации К-5...К-8).

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1,0$

Воздействия	Нагружения	Тип воздействия	Кн	Кд	+/-	Сейсмика	Ветер	Группы несочетаем	Группы сопутствуют
1	1	Постоянное	1.1	-	<input type="checkbox"/>				
2	2	Постоянное	1.1	-	<input type="checkbox"/>				
3	3	Постоянное	1.2	-	<input type="checkbox"/>				
4	4	Постоянное	1.27	-	<input type="checkbox"/>				
5	5	Постоянное	1.2	-	<input type="checkbox"/>				
6	6	Кратковр. прочее	1.2	0.35	<input type="checkbox"/>				1
7	7	Кратковр. прочее	1.3	0.35	<input type="checkbox"/>				1
8	8	Кратковр. снеговое	1.4	0.7	<input type="checkbox"/>				
9	9,11-13	Кратковр. ветровое	1.4	0	<input checked="" type="checkbox"/>		9;11;3;1;0	1	
10	10,14,15	Кратковр. ветровое	1.4	0	<input checked="" type="checkbox"/>		10;14;2;1;0	1	

Взаим. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

40-РП-21-02-РР

Лист

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата





## 7 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ И ЛИТЕРАТУРА

Расчет производился в соответствии с действующими нормативными и нормативно-методическими документами:

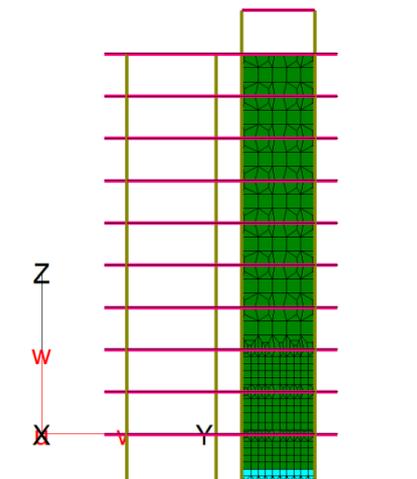
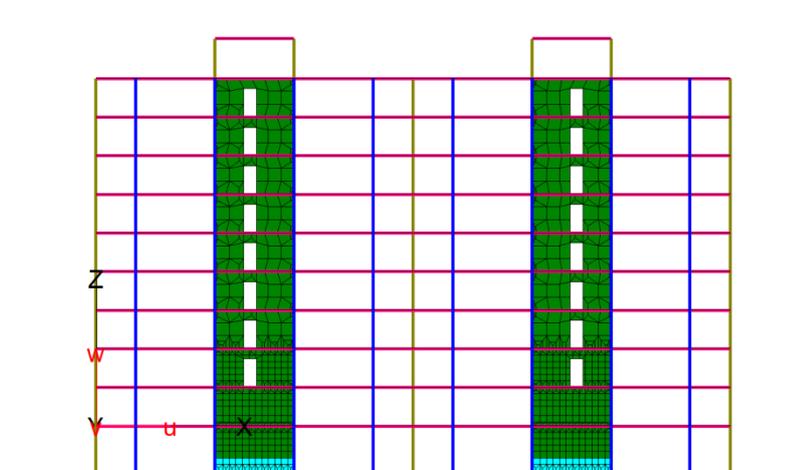
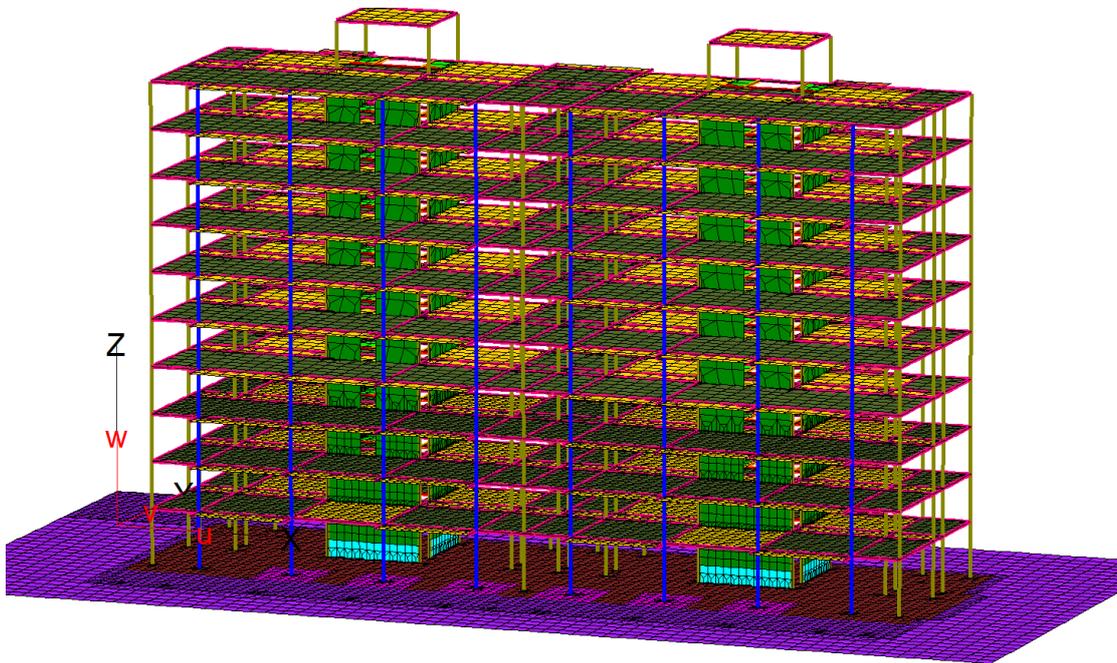
- СП 22.13330.2016 “Основания зданий и сооружений”;
- СП 63.13330.2018 “Бетонные и железобетонные конструкции”;
- СП 15.13330.2012 “Каменные и армокаменные конструкции”;
- СП 70.13330.2012 “Несущие и ограждающие конструкции”;
- СП 54.13330.2011 “Здания жилые многоквартирные”;
- СП 52-103-2007 “Железобетонные монолитные конструкции зданий”;
- СП 28.13330.2017 “Защита строительных конструкций от коррозии”;
- СП 2.13130.2009 “Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты”;
- Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ;
- СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», М., 1997;
- ГОСТ 27751-2014 “Надежность строительных конструкций и оснований”.
- Симбиркин В.Н., Курнавина С.О. Статический и динамический расчет железобетонных монолитных каркасов зданий с помощью программного комплекса STARK ES. Учебное пособие/ Под. ред. Назарова Ю.П. – Москва: ФГУП «НИЦ «Строительство», ООО «ЕВРОСОФТ», 2009. – 158 с.

Инв. №	подл.	Взаи. инв. №	Подп. и дата					Лист
				40-РП-21-02-РР				
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

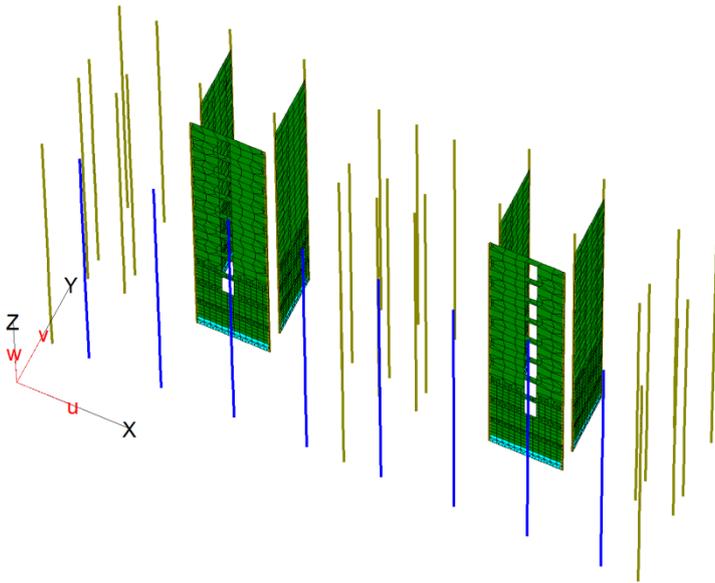
*Приложение 1*

РАСЧЁТНАЯ СХЕМА

Общий вид расчетной схемы здания с цветовым отображением материалов конечных элементов

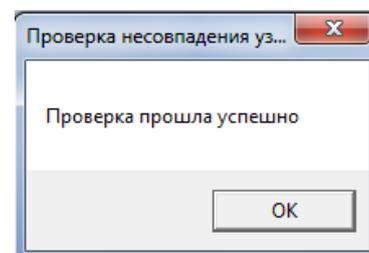
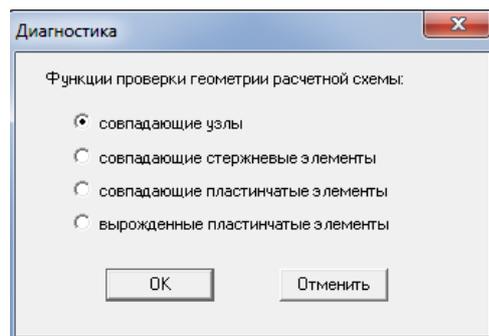


## Вертикальные несущие элементы здания



## КОНТРОЛЬ РАСЧЁТНОЙ СХЕМЫ

Выполнена диагностика расчётной схемы по корректности построения и расположения КЭ.



По всем пунктам проверка прошла успешно. Отсутствуют совпадающие узлы, стержни, пластинчатые элементы, а также вырожденные элементы.

## МАТЕРИАЛЫ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО ПРОЕКТА

Материал конструкций сооружения принят линейно-упругим и нелинейно-упругим. В линейно-упругих моделях физическая нелинейность работы железобетонных конструкций учтена приближенным образом. При статическом расчете усилий в элементах здания жесткость железобетонных конструкций определена с использованием понижающих коэффициентов 0.6 и 0.3, вводимых согласно рекомендации СП 52-103-2007 к начальному модулю деформации бетона преимущественно сжатых и преимущественно изгибаемых элементов соответственно. При динамическом расчете жесткость железобетонных конструкций здания принята равной их начальной жесткости.

**МАТЕРИАЛЫ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО ПРОЕКТА****--МАТЕРИАЛЫ 3D-стержней**

No.	A [M2]	As [M2]	At [M2]	Ir [M4]	Is [M4]	It [M4]	E [кН/м2]	G [кН/м2]	Rho [т/м3]
1	0.09000	0.00000	0.00000	0.00114	0.000675	0.000675	1.8e+007	7.2e+006	2.75
2	0.10450	0.00000	0.00000	0.000973	0.000671	0.0014	1.2e+007	4.8e+006	2.75
3	0.11250	0.00000	0.00000	0.00153	0.000586	0.0019	3e+007	1.25e+007	2.75
4	0.18000	0.00000	0.00000	0.00371	0.0054	0.00135	1.8e+007	7.2e+006	2.75

A - площадь поперечного сечения Ir - момент инерции отн. OR

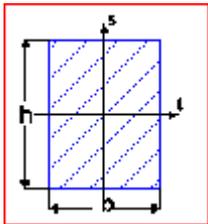
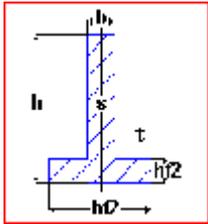
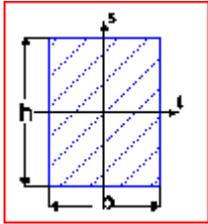
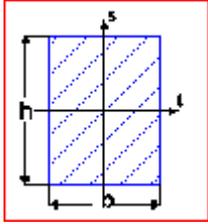
As - сдвиговая площадь в напр.OS Is - момент инерции отн. OS

At - сдвиговая площадь в напр.OT It - момент инерции отн. OT

E - модуль упругости G - модуль сдвига

Rho - плотность материала

**--СЕЧЕНИЯ СТЕРЖНЕЙ**

No.	Форма сечения	Размеры, см / Имя сечения
1		b = 30.00 h = 30.00 Угол = 0.00[°]
2		b = 15.00 h = 43.00 bf2 = 31.00 hf2 = 25.00 Угол = 0.00[°]
3		b = 25.00 h = 45.00 Угол = 0.00[°]
4		b = 60.00 h = 30.00 Угол = 0.00[°]

**--МАТЕРИАЛЫ РЕБЕР**

No.	b [м]	h [м]	E [кН/м2]	G [кН/м2]	Rho [т/м3]	e [м]	T-fak
5	0.320	0.350	3e+007	1.25e+007	2.75	-0.22	0.35

b - ширина поперечного сечения h - высота поперечного сечения

Проект: 40-РП-21-02-КР.РР.П1	Стр. 21
Прим. Г. Новый Уренгой, мкр. Созидателей. Дом 2	Файл dom2.fea
Дата: 09.2022	Программа STARK_ES 2021
	Выполнил Гельрот А.В.

E - модуль упругости G - модуль сдвига  
Rho - плотность материала e - эксцентриситет  
T-fak - коэффициент снижения жёсткости на кручение

### --ИЗОТРОПНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

No.	d [м]	E [кН/м2]	Mue	Rho [т/м3]
6	0.001	0	0	0.00
7	0.09	3e+007	0.2	2.75
8	0.16	1.8e+007	0.2	2.75
9	0.18	3e+007	0.2	2.75
10	0.2	1.8e+007	0.2	2.75
11	0.5	1.2e+007	0.2	2.75
12	0.5	3e+009	0.2	2.75
13	0.65	1.2e+007	0.2	2.75

d - толщина Rho - плотность материала  
E - модуль упругости Mue - коэффициент Пуассона

### --ОРТОТРОПНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

No.	d [м]	E1 [кН/м2]	E2 [кН/м2]	Mue1	Rho [т/м3]	Alpha	fss	fdp	fSb	fP1
14	0.180	3e+007	3e+003	0.200	1.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.180	3e+007	3e+003	0.200	1.80	90.000	0.000	0.000	0.000	0.000

d - толщина Rho - плотность материала  
E1,E2 - модули упругости Mue1 - коэффициент Пуассона  
Alpha - угол ориентации осей X1,Y1 относительно глобальных осей X,Y

## ВЕДОМОСТИ МАТЕРИАЛОВ

### --ВЕДОМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ СТЕРЖНЕЙ

No.	Количество элементов	Суммарная длина[м]	Суммарный объем[м3]	Суммарная масса[т]
1	731	1128.000	101.520	279.180
2	5620	3085.300	322.414	886.638
3	192	122.000	13.725	37.744
4	80	244.800	44.064	121.176
<b>ИТОГО:</b>	<b>6623</b>	<b>4580.100</b>	<b>481.723</b>	<b>1324.738</b>

### --ВЕДОМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ РЕБЕР

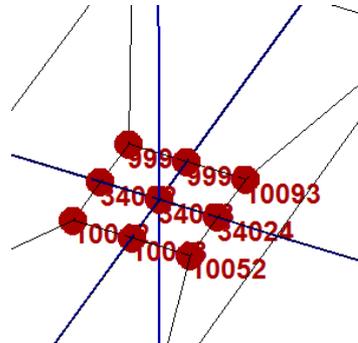
No.	Количество элементов	Суммарная длина[м]	Суммарный объем[м3]	Суммарная масса[т]
5	196	102.600	11.491	31.601
<b>ИТОГО:</b>	<b>196</b>	<b>102.600</b>	<b>11.491</b>	<b>31.601</b>

### --ВЕДОМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ПЛАСТИН

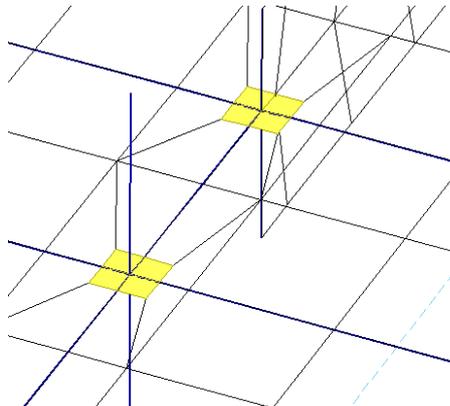
No.	Количество элементов	Суммарная площадь[м2]	Суммарный объем[м3]	Суммарная масса[т]
6	3073	1523.170	1.523	0.000
7	771	171.810	15.463	42.523
8	3045	932.400	149.184	410.256
9	762	205.790	37.042	101.866
10	256	36.080	7.216	19.844
11	3509	746.599	373.299	1026.573
12	176	12.200	6.100	16.775
13	440	93.600	60.840	167.310
14	8274	2757.300	496.314	893.365
15	10007	3941.610	709.490	1277.082
<b>ИТОГО:</b>	<b>30313</b>	<b>10420.559</b>	<b>1856.471</b>	<b>3955.594</b>

**ОБЩАЯ МАССА ВСЕХ КОНСТРУКЦИЙ: 5311.933 т.**

Моделирования сопряжения колонны с перекрытием через абсолютно твёрдые тела (по следу колонн), устанавливается автоматически при генерации сетки КЭ



Плоскости осреднения (KNFL). Предназначены для определения групп пластин для усреднения результатов расчёта напряжений и усилий в узлах, устанавливается автоматически при генерации сетки КЭ



## СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ И ФОРМЫ КОЛЕБАНИИ ЗДАНИЯ

### Собственные частоты

Форма	$\omega$ рад/с	$f$ Гц	$T$ с
1	3.62	0.58	1.73
2	4.00	0.64	1.57
3	4.32	0.69	1.45
4	4.74	0.75	1.33
5	10.36	1.65	0.61
6	10.61	1.69	0.59

**Ускорение** узлов перекрытия последнего жилого этажа (отметка пола 9 этажа +25,30)

составляет:

От нагружения 11 (ветер по X)  $a=0,01\text{м/с}^2 < 0,08\text{ м/с}^2$ . Условие выполнено,От нагружения 12 (ветер по Y)  $a=0,026\text{м/с}^2 < 0,08\text{ м/с}^2$ . Условие выполнено.**РАСЧЁТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ**

Расчёт выполнен с использованием понижающих коэффициентов 0.6 и 0.3, вводимых согласно рекомендации СП 52-103-2007 к начальному модулю деформации бетона преимущественно сжатых и преимущественно изгибаемых элементов соответственно.

Критические числа

Комб.	Форма	Pcr
1	1	11.06
	2	11.95
	3	12.55
2	1	11.09
	2	11.97
	3	12.55
3	1	<b>10.99</b>
	2	11.55
	3	12.57
4	1	11.14
	2	12.30
	3	12.53

Минимальное значение критической силы  $P_{cr}=10,99 > 2$  от комбинации 2, форма 1. Условие выполнено.

## ПРОТОКОЛ СТАТИЧЕСКОГО РАСЧЁТА

Решатель : YESolver x64  
 Версия : 1.0.4.011  
 Проект :  
 Исполнитель :  
 Примечание :  
 Расширенная диагностика модели : да  
 Точный учет элементных шарниров : нет  
 Файл проекта : d2e1  
 Количество узлов : 29921  
 Количество элементов : 37132  
 Тип оболочечных элементов : гибридный 1+  
 Осреднение с весами : да  
 Согласованные нагрузки : да  
 Количество нагружений : 15  
 Тип расчета : Статический  
 Тип разложения : LLt  
 Многопоточный расчет : да  
 2022-05-30 13:56:03 Построение матрицы жесткости  
 Размерность матрицы жесткости : 162132  
 МАХ/MIN диагональный элемент: 3.80e+009/3.63e-002.  
 Предупреждение! Отношение МАХ/MIN = 1.05e+011 превышает 1.00e+010. Возможен ошибочный результат.  
 Количество уравнений : 162132  
 Количество элементов факторизованной матрицы: 33893983  
 2022-05-30 13:56:07 Решение системы  
 2022-05-30 13:56:08 запись результатов  
 Общая опорная реакция, кН:

Нагружение	Rx	Ry	Pz
1	0.00	0.00	53119.33
2	-0.00	-0.00	30269.75
3	0.00	0.00	1595.66
4	-0.00	-0.00	7727.27
5	0.00	0.00	13369.80
6	-0.00	-0.00	5733.14
7	0.00	0.00	11131.13
8	0.00	0.00	2113.35
9	-334.63	-0.00	0.00
10	-0.00	-863.25	0.00
11	-22.42	0.87	0.00
12	0.00	0.00	0.00
13	-218.15	0.67	0.01
14	0.00	0.00	0.00
15	-0.00	-852.43	4.79

Расчет завершен.

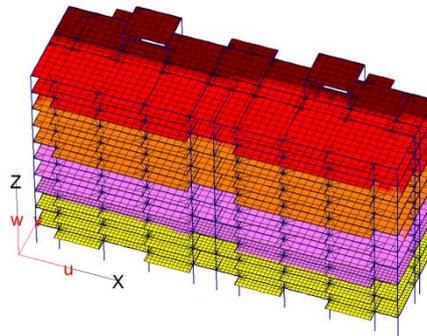
Количество ошибок: 0. Количество предупреждений: 3.

Общее время расчета: 00:00:10.

## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЗДАНИЯ

Перемещения определены с использованием понижающих коэффициентов 0.6 и 0.3, вводимых согласно рекомендации СП 52-103-2007 к начальному модулю деформации бетона преимущественно сжатых и преимущественно изгибаемых элементов соответственно, а также с учётом податливости основания.

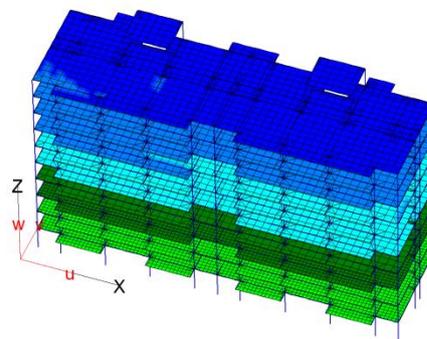
По +X



Мах: Узел 22700,  $U_x=6.156$  мм Min: Узел 22881,  $U_x=-0.548$  мм

Комбинация 5

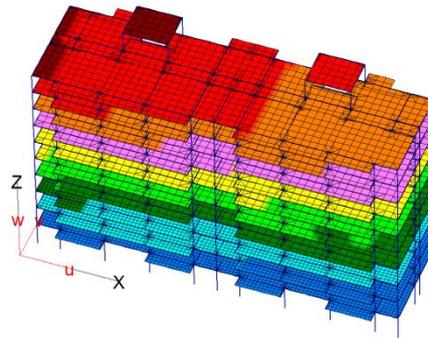
По -X



Мах: Узел 22795,  $U_x=0.881$  мм Min: Узел 22685,  $U_x=-6.334$  мм

Комбинация 6

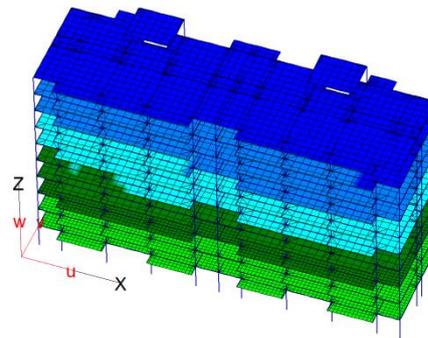
## По +Y



Max: Узел 22646,  $U_y=13.723$  мм Min: Узел 6959,  $U_y=0.042$  мм

Комбинация 7

## По -Y



Max: Узел 23021,  $U_y=0.069$  мм Min: Узел 22727,  $U_y=-25.731$  мм

Комбинация 8

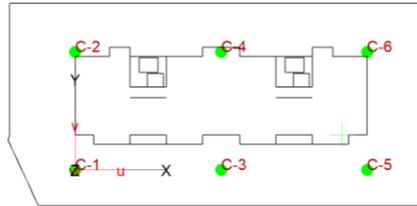
Итого, максимальные результирующие горизонтальные перемещения составляют  $S=26,5$  мм

Предельные горизонтальные перемещения многоэтажного каркасного здания (без учёта длительности нагрузок)  $f=N/500=30420/500=60,84$  мм, где  $N=3042$  мм конструктивная высота здания (от верха фундамента до плиты покрытия).  $S=2,5$  мм <  $[60,84]$  мм условие выполнено.

## ОСАДКА ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ

Расчёт осадки фундаментной плиты выполнен с помощью модели грунта с заданными скважинами, согласно ИГИ. Выполнено несколько итерации по расчёту коэффициента постели упругого основания до достижения стабилизации осадок. Расчётная модель принята по Пастернаку.

### Схема скважин



Модель грунта

Глубина сжимаемой толщи

Нс 10 м  Ввод  
Нс.min 5.66 м  
k 0.5

Расчетная модель основания  
Пастернака

С1.min 1 кН/м3

Опции для расчета  
0.25 Шаг интегрирования, м  
1 К-Т снижения жесткости грунта  
 Увеличение модуля деформации грунта с глубиной  
 Двухстадийная работа грунта по СП 22.13330  
 Не учитывать вес грунта выше подошвы фундамента

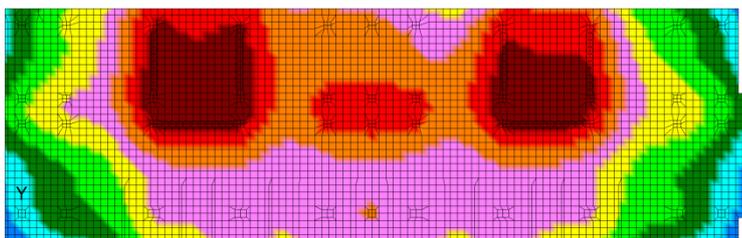
Вывод  
 Сокращенный вывод  
 Viewer  Word

База грунтов основания( ИГЭ)

Номер ИГЭ	Наименование ИГЭ	Модуль деформ. (кПа)	Коефф. Пуассона	Удельн. вес (кН/м3)	Отношен. Ee/E
1	ИГЭ2 песок	22.70	0.35	15.88	5.00
2	ИГЭ3 песок	22.40	0.35	15.88	5.00
3	ИГЭ4 песок	22.30	0.33	18.13	5.00
4	ИГЭ5 песок	22.40	0.33	19.21	5.00
5	ИГЭ7 песок	31.20	0.30	19.50	5.00
6					

Использовать абсолютные отметки Отметка подошвы фундамента 50.6  
 После окончания выполнить статический расчет

### Мозаика осадок фундаментной плиты



Мах перемещение = 34.1744 мм (узел 4764)

Комбинация 6

Прогибы фундаментной плиты менее предельной средней осадки  $S_u = 150$  мм. Требование СП 22.13330.2016 таблицы Д.1 выполнены.

Разница осадок в 6м пролете составляет 11мм. Допустимая разница для фундаментных плит  $6000 \cdot 0,003 = 18\text{мм}$ . Условие жесткости выполнены.

### АРМИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ.

#### Характеристики материала:

Тип бетона - тяжелый, класс бетона – В25.

Класс продольной арматуры А500, класс поперечной арматуры А500

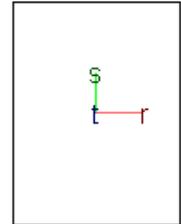
Коэффициент условий работы бетона  $G_b = 1.00$   $M_{krb} = 1.00$

Коэффициент условий работы арматуры  $G_s = 1.00$   $M_{krs} = 1.00$

Толщина защитного слоя (см):

сверху (по оси r) = 7 сверху (по оси s) = 5

снизу (по оси r) = 7 снизу (по оси s) = 5



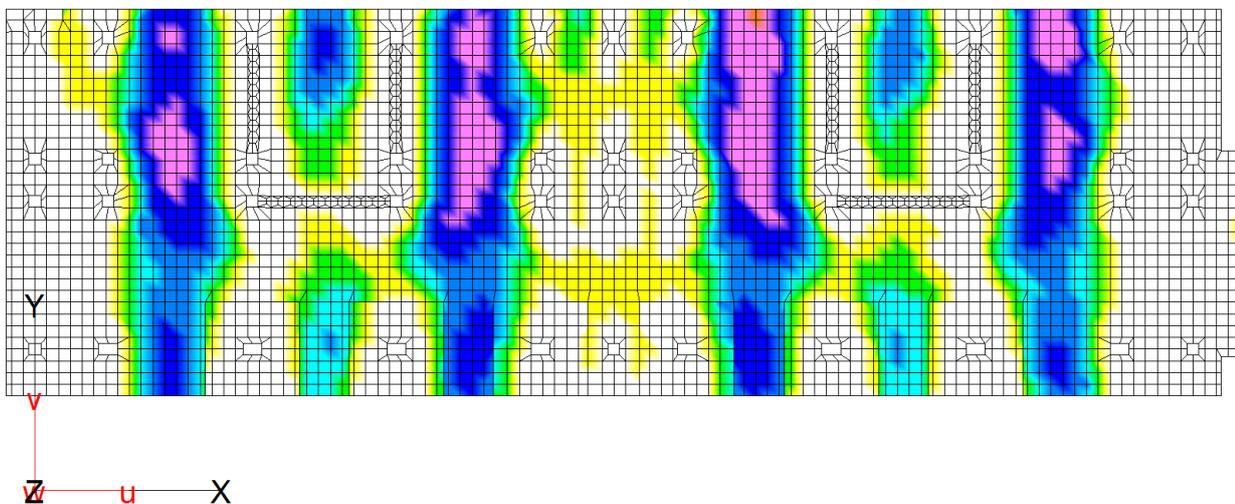
#### Условные обозначения:

SO – верхняя продольная арматура в направлении оси S (вдоль цифровых осей здания);

SU – нижняя продольная арматура в направлении оси S (вдоль цифровых осей здания);

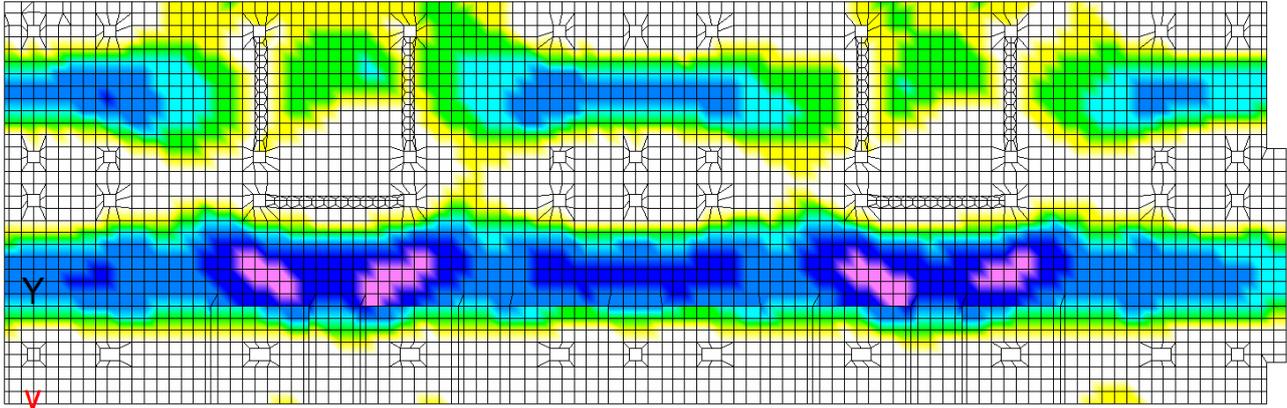
RO – верхняя продольная арматура в направлении оси R (вдоль буквенных осей здания);

RU – нижняя продольная арматура в направлении оси R (вдоль буквенных осей здания).



Min:  $A_{sro} = 0 \text{ см}^2/\text{м}$ , Max:  $A_{sro} = 10.2693 \text{ см}^2/\text{м}$

Расчет по РСУ

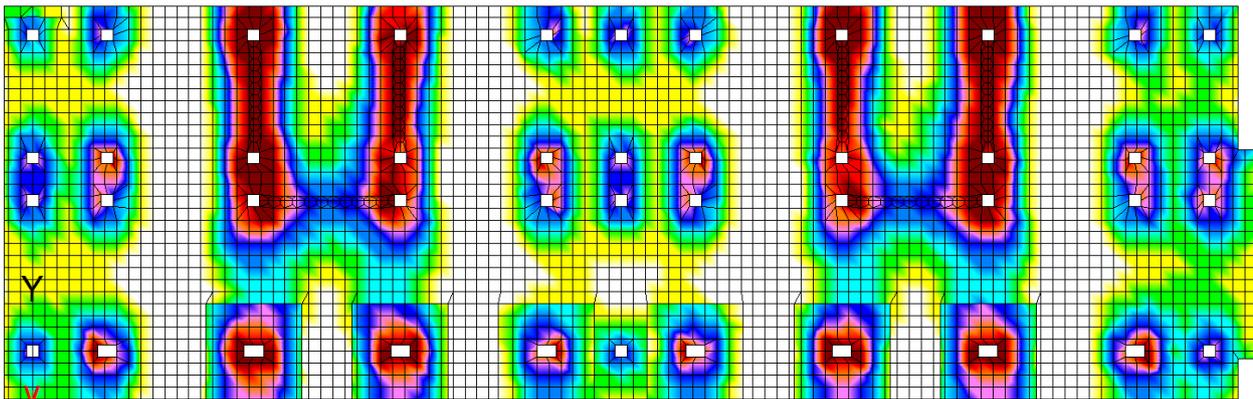


Y  
Z X



Min:  $Asso = 0 \text{ см}^2/\text{м}$ , Max:  $Asso = 8.37951 \text{ см}^2/\text{м}$

Расчет по РСУ

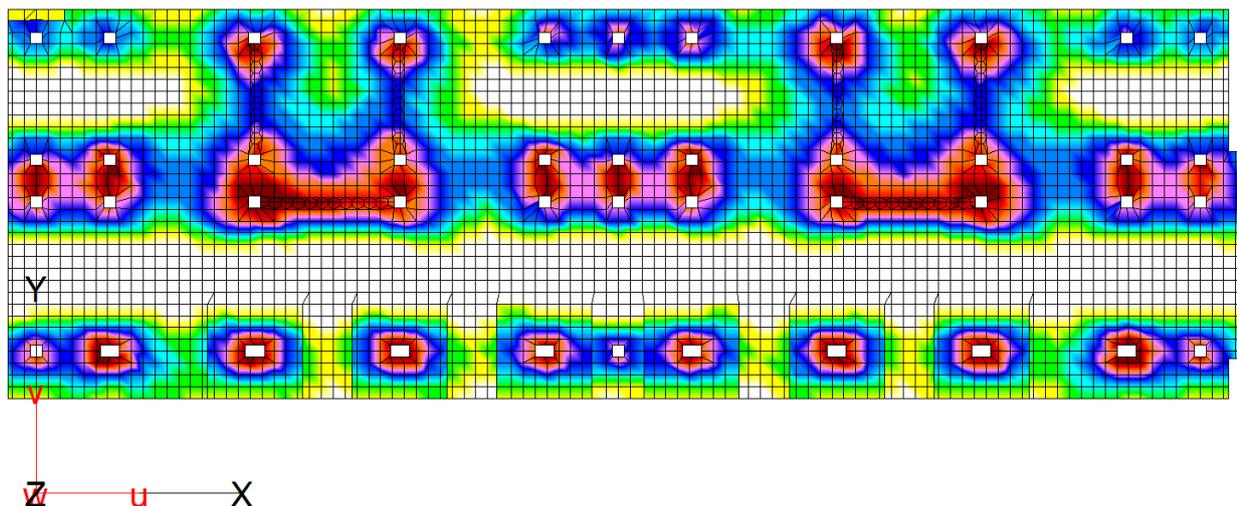


Y  
Z X



Min:  $Asru = 0 \text{ см}^2/\text{м}$ , Max:  $Asru = 38.3157 \text{ см}^2/\text{м}$

Расчет по РСУ



Min: Assu = 0 см<sup>2</sup>/м, Max: Assu = 27.8534 см<sup>2</sup>/м

Расчет по РСУ

## АРМИРОВАНИЕ ДИАФРАГМ ЖЕСТКОСТИ

### Характеристики материала:

Тип бетона - тяжелый, класс бетона – В25, толщина стен – 160мм.

Класс продольной арматуры А500, класс поперечной арматуры А500

Коэффициент условий работы бетона  $G_b = 0.85$  (по монолитным соединениям)  $M_{kfb} = 1.00$

Коэффициент условий работы арматуры  $G_s = 1.00$   $M_{krs} = 1.00$

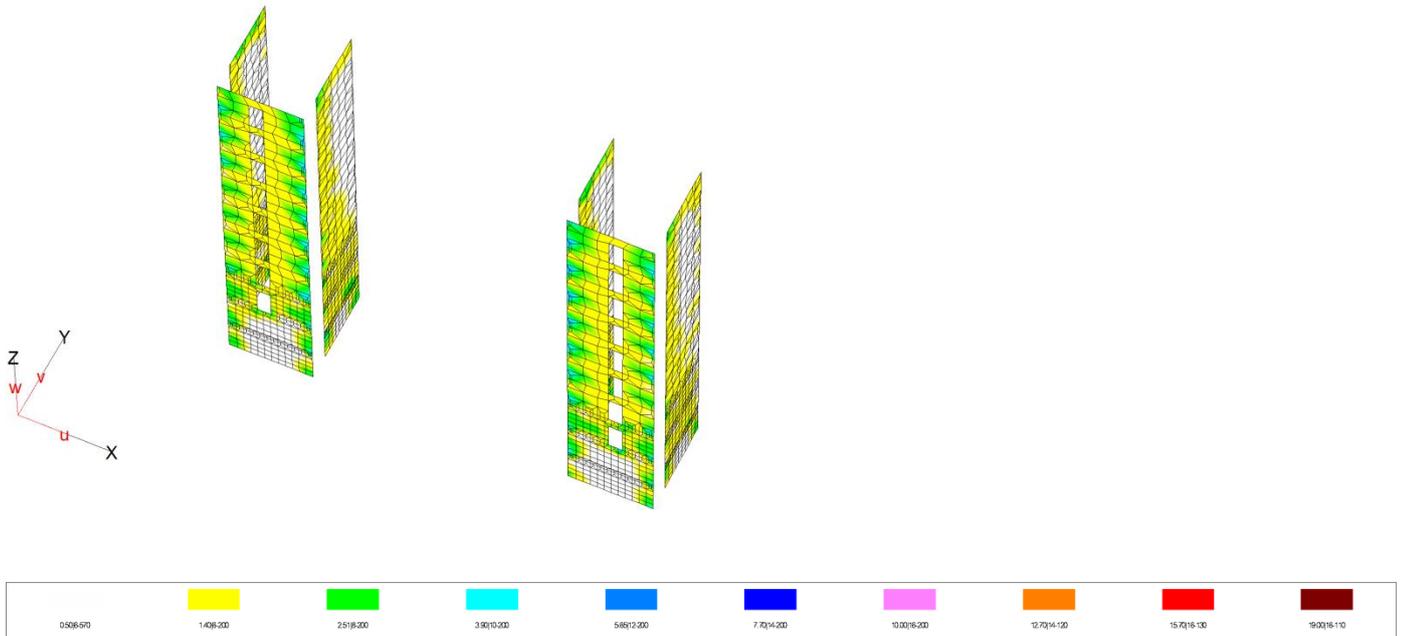
Толщина защитного слоя (см):

Для горизонтальной арматуры 2,5;

Для вертикальной арматуры 3,5.

## Мозаика армирования диафрагм жесткости

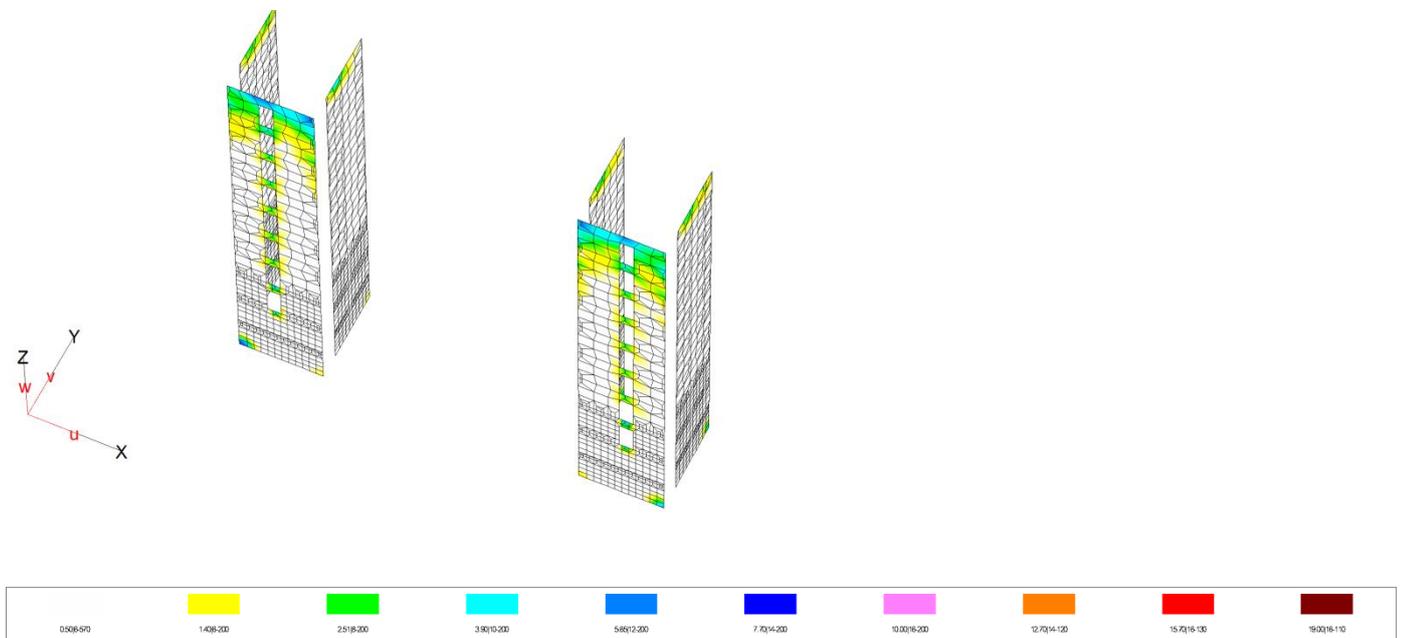
### Горизонтальная арматура



Min:  $A_{sro} = 0 \text{ см}^2/\text{м}$ , Max:  $A_{sro} = 4.25292 \text{ см}^2/\text{м}$

Расчет по РСУ

### Вертикальная арматура



Min:  $A_{svo} = 0 \text{ см}^2/\text{м}$ , Max:  $A_{svo} = 5.74083 \text{ см}^2/\text{м}$

Расчет по РСУ

## РАСЧЁТ НА ПРОДАВЛИВАНИЕ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ

Плита с утолщением до 650мм. Диаметр 10А500С шаг 180мм

Просмотр результатов

Вывод

Расчетный контур - замкнутый, со следующими характеристиками:

- периметр расчетного контура, [см]:  $u = 496.0$
- площадь расчетного сечения, [см<sup>2</sup>]:  $A_b = 29264.0$
- абсцисса ц.т. контура, [см]:  $x_0 = 0.0$
- ордината ц.т. контура, [см]:  $y_0 = 0.0$
- момент сопротивления контура вдоль оси OX, [см<sup>2</sup>]:  $W_{bx} = 21591.3$
- момент сопротивления контура вдоль оси OY, [см<sup>2</sup>]:  $W_{by} = 19111.3$
- момент сопротивления армируемого контура вдоль оси OX, [см<sup>2</sup>]:  $W_{swx} = 21591.3$
- момент сопротивления армируемого контура вдоль оси OY, [см<sup>2</sup>]:  $W_{swy} = 19111.3$

Условие прочности по бетону плиты не выполняется (левая часть неравенства (8.95) СП 63.13330 равна 1.181), необходимо установить поперечную арматуру.

Минимальное отношение  $A_{sw}/S_w$  равно 1.139 мм (согласно СП 63.13330 максимально допускается 4.555 мм), при этом левая часть условия прочности (8.96) равна 0.945.

Расчетный контур армируется полностью.

Согласно ограничениям п.10.3.17 СП 63.13330 максимальный шаг армирования равен 196.7 мм.

Условие прочности выполняется при максимальном шаге, равном 180.0 мм.

Схема построена с шагом 180.0 мм.

Расчетные сочетания усилий

Полные	Длительные	Особые		
	F [кН]	Mx [кНм]	My [кНм]	Печать
1	-1732.66	-10.71	7.29	<input type="checkbox"/>
2	-3521.28	2.72	-38.73	<input checked="" type="checkbox"/>
3	-3299.86	43.70	-26.60	<input type="checkbox"/>
4	-3364.22	-53.68	-27.04	<input type="checkbox"/>
5	-1805.68	-11.07	8.29	<input type="checkbox"/>
6	-3320.32	32.04	-44.25	<input type="checkbox"/>

## Расчет ж/б плиты на продавливание

## Исходные данные

## Колонна

Тип сечения:

прямоугольное

Ширина сечения:

 $b = 80.0$  см

Высота сечения:

 $h = 50.0$  см

Относительное расположение:

колонна центральная

## Плита

Приведенная рабочая высота плиты:

 $h_0 = 59.0$  см

## Плита: Бетон

Тип:

Тяжелый

Класс:

B25

Коэффициент условий работы

- при кратковременной нагрузке:

1.00

- при длительной нагрузке:

0.90

- при особой нагрузке:

1.00

## Плита: Армирование

Класс: A240  
 Коэффициент условий работы  
 - при кратковрем. и длит. нагрузке: 1.00  
 - при особой нагрузке: 1.00  
 Схема армирования: Равномерная  
 Диаметр поперечной арматуры:  $d_s = 10$  мм  
 Защитный слой:  $a = 2.0$  см

### Расчетные сочетания усилий

Полные РСУ

№	F [кН]	Mx [кНм]	My [кНм]
1	-1732.66	-10.71	7.29
2	-3521.28	2.72	-38.73
3	-3299.86	43.70	-26.60
4	-3364.22	-53.68	-27.04
5	-1805.68	-11.07	8.29
6	-3320.32	32.04	-44.25

Длительные РСУ

№	F [кН]	Mx [кНм]	My [кНм]
1	-1846.50	-10.74	-9.51
2	-3084.27	3.05	-21.33
3	-3034.72	30.45	-24.37
4	-3078.08	-39.37	-22.62
5	-1919.52	-11.10	-8.51
6	-2941.56	30.20	-25.19

### Результаты расчета

Расчет проводится по СП 63.13330

### Полное РСУ №2

Расчетный контур - замкнутый, со следующими характеристиками:

- периметр расчетного контура:  $u = 496.0$  см
- площадь расчетного сечения:  $A_b = 29264.0$  см<sup>2</sup>
- абсцисса ц.т. контура:  $x_0 = 0.0$  см
- ордината ц.т. контура:  $y_0 = 0.0$  см
- момент сопротивл. контура
  - вдоль оси OX:  $W_{bx} = 21591.3$  см<sup>2</sup>
  - вдоль оси OY:  $W_{by} = 19111.3$  см<sup>2</sup>
- момент сопротивл. армируемого контура
  - вдоль оси OX:  $W_{swx} = 21591.3$  см<sup>2</sup>
  - вдоль оси OY:  $W_{swy} = 19111.3$  см<sup>2</sup>

Условие прочности по бетону плиты не выполняется (левая часть неравенства (8.95) СП 63.13330 равна 1.181), необходимо установить поперечную арматуру.

Минимальное отношение  $A_{sw}/S_w$  равно 1.139 мм (согласно СП 63.13330 максимально допускается 4.555 мм), при этом левая часть условия прочности (8.96) равна 0.945.

Расчетный контур армируется полностью.

Согласно ограничениям п.10.3.17 СП 63.13330 максимальный шаг армирования равен 196.7 мм.

Условие прочности выполняется при максимальном шаге, равном 180.0 мм.

Схема построена с шагом 180.0 мм.

