

ООО «Инжиниринговая компания «СМКпроект»

Юридический адрес: 142105 Московская область, г.Подольск, 1-й Деловой проезд, д.5, офис 4
Тел/факс: +7 (499) 322-11-72
Эл. почта: framesystems@mail.ru



Многоквартирный жилой дом на земельном участке с кадастровым номером 89:11:020206:1583, расположенный в мкр.Ягельный, г.Новый Уренгой, ЯНАО, Тюменской области

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Расчет каркаса

Блок-секция 2

05/08-2019 ПР-ПР2

| | | |
|---------------|----------------|--------------|
| Инва. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| 137 | | |

Подольск, 2020

ООО «Инжиниринговая компания «СМКпроект»»

Юридический адрес: 142105 Московская область, г.Подольск, 1-й Деловой проезд, д.5, офис 4
Тел/факс: +7 (499) 322-11-72
Эл. почта: framesystems@mail.ru



Многоквартирный жилой дом на земельном участке с кадастровым номером 89:11:020206:1583, расположенный в мкр.Ягельный, г.Новый Уренгой, ЯНАО, Тюменской области

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Расчет каркаса

Блок-секция 2

05/08-2019 ПР-ПР2

Директор по развитию
ООО "Инжиниринговая компания "СМКпроект"

А.Н.Гагарин

Главный инженер проекта

И.В.Минеев

| | |
|----------------|-----|
| Инв. № подл. | 137 |
| Подпись и дата | |
| Взам. инв. № | |

Подольск, 2020

Новый Уренгой

05/08-2019 ПР-РР2

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|------------|--------|------|---|--|-------------------|--------|------|--------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | | | | | | 05/08-2019 ПР-РР2 | Стадия | Лист | Листов |
| | | Изм. | Кол.у | Лист | № | Подп. | | | | |
| | | | | | | | П | 2 | 99 | |
| | | ГИП | Минеев | | | Пояснительная записка к расчету каркаса здания. | ООО "СМК-ПРОЕКТ" | | | |
| | | Гл.констр. | Алякин | | | | | | | |
| | | Выполнил | Алякин | | | | | | | |

Оглавление

| | |
|---|----|
| 1. Введение..... | 3 |
| 1.1 Характеристики площадки строительства..... | 3 |
| 1.2 Конструктивные решения | 8 |
| 1.3 Пояснение к расчёту | 10 |
| 1.4 Расчётные характеристики материалов | 14 |
| 1.5 Сбор нагрузок | 19 |
| 1.6 Сводная таблица нагрузок на здание | 36 |
| 1.7 Выводы..... | 37 |
| 2. Результаты динамического, статического расчёта. Деформации и усилия..... | 38 |
| 2.1 Результаты расчёта на собственные колебания | 38 |
| 2.2 Деформации каркаса | 41 |
| 2.3 Усилия на обресе стыка сборных колонн и фундаментов..... | 45 |
| 3. Конструктивный расчёт элементов каркаса | 48 |
| 3.1 Расчёт монолитной фундаментной плиты..... | 48 |
| 3.1.1 Исходные данные | 48 |
| 3.1.2 Пояснения к расчёту | 48 |
| 3.1.3 Усилия в монолитной фундаментной плите (эпюры) | 49 |
| 3.1.4 Теоретическое армирование монолитной фундаментной плиты | 52 |
| 3.1.5 Деформации монолитной фундаментной плиты. | 57 |
| 3.1.6 Расчёт несущей способности основания..... | 58 |
| 3.1.7 Расчёт на продавливание фундаментной плиты. | 69 |
| 3.3 Расчёт колонн | 86 |
| 3.3.1 Армирование колонн | 88 |
| 3.4 Расчёт ригелей | 91 |
| 3.4.1 Результаты расчёта армирования ригелей..... | 92 |
| 4. Список использованной литературы..... | 95 |
| Приложение 1. Сертификат соответствия. | 96 |
| Приложение 2. Протокол статического анализа. | 97 |

| | | | | | | | | |
|---------------|----------------|--------------|--|--|--|--|--|--|
| Инва. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|-------------------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | 05/08-2019 ПР-РР2 | Лист |
| | | | | | | | 2 |

1. Введение

Проектируемый многоквартирный жилой дом расположен в мкр. Ягельный, г. Новый Уренгой, ЯНАО, Тюменской области.

Расчеты фундаментов и каркаса выполнены на основании задания на проектирование, чертежей разделов генплана, инженерно-геологического отчета, архитектурных, технологических, конструктивных решений.

Статический, динамический и конструктивные расчеты были выполнены методом конечных элементов с помощью программного комплекса Ing+ (MicroFe) ООО «Техсофт» (сертификат соответствия № RA.RU.AB86.H01019).

1.1 Характеристики площадки строительства

Геологическое строение и свойства грунтов.

В геологическом строении площадка изучена до глубины 20,0 метров. В ее строении принимают участие аллювиальные отложения верхнечетвертичного возраста. Сверху аллювиальные отложения перекрыты техногенными грунтами.

Техногенные грунты распространены по всей площади изысканий, залегают с поверхности до глубины 0,5 м. Представлены естественно техногенно измененными мелкими песками, в скважинах № 2,4,5 – со строительным мусором; (ИГЭ-1); на момент бурения находятся в талом состоянии – малой степени водонасыщения, при промерзании перейдут в сыпучемерзлое состояние.

Верхнеплейстоценовые аллювиальные отложения имеют повсеместное распространение. Литология отложений представлена песками мелкими и средней крупности.

Пески мелкие (ИГЭ-2) средней плотности, малой степени водонасыщения, при промерзании - сыпучемерзлые, встречены во всех скважинах. Залегают под техногенными грунтами. Вскрытая мощность – 6,9 -8,0 м.

Пески средней крупности, (ИГЭ-3) средней плотности сложения, средней степени водонасыщения встречены во всех скважинах. Вскрытая мощность – 1,0 – 2,4 м.

Пески средней крупности (ИГЭ-4), средней плотности сложения, водонасыщенные встречены во всех скважинах. Вскрытая мощность – 10,2 – 11,0 м.

Распространение литологических разностей по глубине и по простиранию представлено на инженерно-геокриологических разрезах (графические приложения 3) и инженерно-геологических колонках (графические приложения 4).

Геокриологические условия.

Согласно геокриологическому районированию изучаемый участок относится к северной части Надым-Пуровской области.

На изучаемом участке многолетнемерзлые грунты до глубины 20,0 м не вскрыты.

В площадном отношении геокриологические условия изучаемой площадки характеризуются распространением талых и сезонномерзлых грунтов. Глубина изысканий составила 20,0 м.

| | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------------|-------------------|-------|------|--|------|
| Ив. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | Лист |
| | | | 05/08-2019 ПР-РР2 | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | | |

Талые и сезонномерзлые грунты зафиксированы во всех скважинах.

На момент бурения (середина августа 2019 г.), грунты сезонномерзлого слоя, находятся в талом состоянии. Нормативная глубина сезонного промерзания согласно СП 25.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 находится в зависимости от литологического состава и предзимней влажности грунтов и составляет 3,0 м.

Литология грунтов слоя сезонного промерзания представлена техногенными грунтами и песками мелкими.

Техногенные грунты – естественно техногенно измененные пески мелкие, со строительным мусором, малой степени водонасыщения, при промерзании - сыпучемерзлые (ИГЭ-1; $W=0,03$ д.ед., $Sr=0,12$ д.ед, $P=1,62$ т/м³, $Ps=2,65$ т/м³, $Kф=9,12$ м/сут).

Пески мелкие, малой степени водонасыщения, средней плотности сложения, при промерзании - сыпучемерзлые (ИГЭ-2; $W=0,03$ д. ед., $Sr=0,12$ д.ед, $P=1,62$ т/м³, $Ps=2,65$ т/м³, $Kф=8,98$ м/сут).

В соответствии п.п 6.8.8 СП 22.13330.2016 грунты слоя сезонного промерзания, представленные песками мелкими (ИГЭ-1,2) при показателе дисперсности $D=0,56$ ($D<1$) относятся к непучинистым.

В соответствии п.п 6.8.2 и табл. 6.12 СП 22.13330.2016, а также табл. 7.8 СП 25.1330.2012 грунты слоя сезонного промерзания, относящиеся к техногенным грунтам и пескам мелким (ИГЭ-1,2; $Sr=0,12$ д. ед), к пучинистым не относятся.

Температура начала замерзания незасоленных песчаных грунтов по СП 25.13330.2012 актуализированная редакция СНиП 2.02.04 – 88 (прил.Б, табл.Б.1) для песков мелких составляет – минус 0,10°С.

Массивы талых грунтов представлены песками мелкими и средней крупности.

Пески мелкие, малой степени водонасыщения, средней плотности сложения (ИГЭ-2 $W=0,03$ д. ед., $Sr=0,12$ д.ед, $P=1,62$ т/м³, $Ps=2,65$ т/м³, $Kф=8,98$ м/сут).

Пески средней крупности, средней плотности сложения, средней степени водонасыщения (ИГЭ-4; $W=0,14$ д. ед., $Sr=0,57$ д.ед, $P=1,83$ т/м³, $Ps=2,65$ т/м³, $Kф=13,22$ м/сут).

Песок средней крупности, средней плотности, водонасыщенный (ИГЭ-5; $W=0,22$ д.ед. $Sr=0,90$ д.ед, $P=1,96$ т/м³, $Ps=2,65$ т/м³, $Kф=13,72$ м/сут).

Плотность сложения талых песчаных грунтов приведена по данным статического зондирования (текстовое приложение С).

По результатам лабораторных определений грунты площадки изысканий относятся к незасоленным (текстовое приложение Ф).

В соответствии СП 11-105-97, часть IV (приложение Б) выявленные инженерно-геокриологические условия изучаемой площадки относятся к I (простой) категории сложности.

| | | | | | | |
|----------------|----------------|--------------|--|--|--|--|
| Инвар. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|-------------------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | 05/08-2019 ПР-РР2 | Лист |
| | | | | | | | 4 |

Сведения о гидрогеологических условиях земельного участка.

В пределах изучаемого здания функционирует надмерзлотный водоносный горизонт, приуроченный к многолетним таликам. На момент бурения уровень водоносного горизонта зафиксирован на глубинах 9,0 – 9,8 м. Грунтовые воды являются круглогодично действующими, безнапорными, свободная поверхность водоносного горизонта находится на абсолютных отметках 45,77 - 46,80 м. Водоупором для водоносного горизонта являются многолетнемерзлые грунты, залегающие ниже 20,0 м.

Максимальное положение уровня грунтовых вод, с учетом годового колебания, может быть выше вскрытого на 1,0 – 1,5 м.

Водовмещающими являются пески средней крупности (ИГЭ-4; $K_f=13,72$ м/сут. - относятся к сильноводопроницаемым). Питание подземные воды получают за счет инфильтрации талых и дождевых вод, разгрузка осуществляется за пределами площадки.

В соответствии СП 11-105-97, часть 2 приложение И площадка строительства (при плитном фундаменте) не подвержена процессам, связанным с подтоплением, и классифицируется как неподтопляемая в естественных условиях (III-A); подтопление отсутствует и не прогнозируется в будущем (III-A-1). Грунтовые воды не взаимодействуют с подземной частью фундамента.

В соответствии СП 22.13330.2016 (п. 5.4.8) и СП 47.13330.2012 (п.6.7.2.12) площадка изысканий с глубиной залегания грунтовых вод на уровне 9,0-9,8 м (более 3 м) не относится к подтопляемым территориям (в том числе - с учетом годового подъема на 1,0 -1,5 м).

Физико-механические свойства грунтов.

По результатам анализа литологического разреза и данных лабораторных исследований характеристик грунтов, в пределах площадки изысканий выделяются 4 инженерно-геологических элемента (ИГЭ):

ИГЭ - 1 - СМС (вскрытая мощность – 0,5 м) – техногенный грунт-естественно техногенно измененный песок мелкий, со строительным мусором малой степени водонасыщения, при промерзании - сыпучемерзлый ($W=0,03$ д.ед., $P=1,62$ т/м³, $P_s= 2,65$ т/м³, $S_r=0,12$ доли ед., $K_f=9,12$ м/сут.). Категория разработки грунта по ГЭСН-81-02-01-2017 – 29а/56;

ИГЭ - 2 - СМС, ТГ (вскрытая мощность – 6,9-8,0 м) – песок мелкий, средней плотности сложения, малой степени водонасыщения, при промерзании – сыпучемерзлый ($W=0,03$ д.ед., $P=1,62$ т/м³, $P_s= 2,65$ т/м³, $S_r=0,12$ доли ед., $e=0,68$ доли ед., $C=2$ кПа, $\varphi=34^\circ$, $E=26,6$ МПа, $K_f=8,98$ м/сут.). Категория разработки грунта по ГЭСН-81-02-01-2017 – 29а/56;

ИГЭ - 3 - ТГ (вскрытая мощность – 1,0-2,4 м) – песок средней крупности, средней плотности, средней степени водонасыщения ($W=0,14$ доли ед., $e=0,65$ доли ед., $S_r=0,57$ доли ед.,

| | | | | | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|-------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Ивн. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | | | Лист |
| | | | 05/08-2019 ПР-РР2 | | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | | | | |

$P=1,83 \text{ т/м}^3$, $P_s=2,65 \text{ т/м}^3$, $C=1 \text{ кПа}$, $\varphi=35^\circ$, $E=32,6 \text{ МПа}$, $K_f=13,22 \text{ м/сут}$). Категория разработки грунта по ГЭСН-81-02-01-2017 – 29а;

ИГЭ - 4 - ТГ (вскрытая мощность – 10,2-11,0 м) – песок средней крупности, средней плотности сложения, водонасыщенный ($W=0,22$ доли ед., $e=0,65$ доли ед., $S_r=0,90$ доли ед., $P=1,96 \text{ т/м}^3$, $P_s=2,65 \text{ т/м}^3$, $C=1 \text{ кПа}$, $\varphi=35^\circ$, $E=34,1 \text{ МПа}$, $K_f=13,72 \text{ м/сут}$). Категория разработки грунта по ГЭСН-81-02-01-2017 – 29а.

Геологические, инженерно-геологические и криогенные процессы.

Все близлежащие здания и сооружения (отапливаемые) построены по II принципу СП 25.13330.2012 актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 - с использованием грунтов основания в оттаянных, оттаивающих и талых грунтах. Деформаций в пределах близлежащей застройки не зафиксировано.

По карте сейсмического районирования СП 14.13330.2018 - Свод правил. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81* район проведения изысканий соответствует зоне проявлений сейсмической интенсивности 5 баллов.

В соответствии СП 116.13330.2012 "Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения". Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003 (прил. Г) район выполнения инженерно-геологических изысканий относится к некарстовому району.

Литология грунтов слоя сезонного промерзания представлена техногенными грунтами (ИГЭ-1) и аллювиальными песками мелкими (ИГЭ-2).

В соответствии п.п 6.8.8 СП 22.13330.2016 грунты слоя сезонного промерзания (пески мелкие (ИГЭ-1,2) при показателе дисперсности $D=0,56$ ($D<1$) относятся к непучинистым.

В соответствии п.п. 6.8.2 и табл. 6.12 СП 22.13330.2016, а также табл. 7.8 СП 25.13330.2012 грунты слоя сезонного промерзания, относящиеся к пескам мелким (ИГЭ-1,2, $S_r=0,12$ д. ед.), к пучинистым не относятся.

В соответствии СП 11-105-97, часть II (приложение И) при использовании плитного типа фундамента, район изысканий является неподтопляемым и классифицируется как неподтопляемый в силу геологических, гидрогеологических, топографических и других естественных причин (III-A). Подтопление отсутствует и не прогнозируется в будущем (III-A-1).

| | | |
|---------------|----------------|--------------|
| Инов. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|-------------------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | 05/08-2019 ПР-РР2 | Лист |
| | | | | | | | 6 |

НОРМАТИВНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

| | | ИГЭ | ИГЭ-2 | ИГЭ-3 | ИГЭ-4 | |
|---|----------------|----------------------|----------------------|-------|-------|-------|
| НОРМАТИВНЫЕ | ХАРАКТЕРИСТИКИ | Рн, т/м ³ | 1,62 | 1,83 | 1,96 | |
| | | Сн, кПа | 2 | 1 | 1 | |
| | | φн, град | 34 | 35 | 35 | |
| | | Ен, МПа | 26,6 | 32,6 | 34,1 | |
| РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ДОВЕРИТЕЛЬНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ | при α=0,85 | Υ, кН/м ³ | 15,88 | 17,93 | 19,21 | |
| | | Рп, т/м ³ | 1,62 | 1,83 | 1,96 | |
| | | Сп, кПа | 2 | 1 | 1 | |
| | | φп, град | 33 | 33 | 34 | |
| | | Еп, МПа | 26,6 | 32,6 | 34,1 | |
| | | при α=0,95 | Υ, кН/м ³ | 15,88 | 17,93 | 19,21 |
| | | | Рг, т/м ³ | 1,62 | 1,83 | 1,96 |
| | Сг, кПа | | 1 | 1 | 1 | |
| | φг, град | | 32 | 32 | 34 | |
| | Ег, МПа | | 26,6 | 32,6 | 34,1 | |

Р, т/м³- плотность грунта;

Υ, кН/м³- удельный вес грунта;

Е, МПа - модуль деформации;

φ, град - угол внутреннего трения;

С, кПа- удельное сцепление;

Примечания:

- значения С для ИГЭ-2,3,4 приведены по таб.1, прил. А1 СП 22.13330.2016
- значения φ, Е приведены по данным статического зондирования.

| | |
|--------------|----------------|
| Ивв. № подл. | Взам. инв. № |
| Изм. | Подпись и дата |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
|------|------|------|---|-------|------|

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

7

1.2 Конструктивные решения

Конструктивная схема здания – рамный сборно-монолитный каркас с диафрагмами жесткости в продольном и поперечном направлении. Основными конструктивными элементами здания являются: плитный фундамент, сборные железобетонные колонны, сборно-монолитные ригели и сборные плиты перекрытия.

Узлы сопряжения элементов каркаса (колонн и ригелей) – жесткие. Соединение колонн с фундаментной плитой - жесткое. Опираие пустотных плит на ригели шарнирное.

В проекте приняты следующие конструктивные решения:

Фундаменты – монолитная железобетонная плита толщиной 600 мм из бетона класса В25 (ГОСТ 26633-2012).

Колонны – сборные железобетонные сечением 250×400, 250×500 из бетона класса В40 многоярусные на несколько этажей с пределом огнестойкости R120, защитный слой до центра рабочей арматуры 50-55 мм в зависимости от ее диаметра согласно таблице 21 №123-ФЗ. Длина колонн определяется возможностями транспортировки и монтажа.

В местах примыкания ригелей и перекрытия колонны имеют участки оголенной арматуры для пропуска арматуры ригелей.

Жесткость данного узла железобетонной колонны при транспортировке и монтаже обеспечивается установкой арматурных крестовых связей между продольными арматурными стержнями.

После установки колонны в проектное положение крестовые связи не принимают участия в работе каркаса и могут быть удалены, если создают помехи для пропуска дополнительных арматурных стержней монолитной зоны ригеля.

Стык колонн по вертикали осуществляется путем введения арматурных выпусков вышестоящей колонны в каналы нижестоящей («штепсельный» стык»), каналы заполняются безусадочной быстротвердеющей сухой бетонной смесью (либо аналог).

Колонны армируются пространственными каркасами из арматурных рабочих стержней диаметрами 18÷36 мм класса А500С по ГОСТ Р 52544-2006 в зависимости от нагрузок в соответствии с расчетом.

Ригели - железобетонные сборно - монолитные, состоящие из двух частей. Нижняя часть ригеля - сборная предварительно напряженная сечением 250х300(h) из бетона класса В30, армированная семипроволочными арматурными канатами Ø12 К-7. Предел огнестойкости ригелей R120, расстояние до оси рабочей арматуры не менее 55 мм согласно таблице 21 №123-ФЗ. Верхняя часть – монолитная из бетона кл. В30 толщиной 220 мм образуется после монтажа плит перекрытия и установки верхней арматуры ригеля. Совместная работа нижней сборной и верхней монолитной части ригеля обеспечивается силами трения и анкерровкой выступающих хомутов сборного ригеля в монолитную верхнюю часть. После омоноличивания ригель представляет собой ребро перекрытия высотой 520 мм.

В торцах сборного элемента ригеля выполняются выемки для установки арматурных стержней (нижнее узловое армирование), которые после установки ригеля в проектное положение заполняются мелкофракционным бетоном В40 совместно с полостью колонны. Это является первым этапом бетонирования стыка ригеля с колонной, которым достигается только фиксация ригеля в проектное положение. Второй этап выполняется после монтажа плит перекрытия на ригель. После установки верхних дополнительных арматурных узловых

| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Изм. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|--------------|----------------|--------------|

| | | | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|-------------------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | 05/08-2019 ПР-РР2 | Лист |
| | | | | | | | 8 |

стержней, пропущенных сквозь тело колонны и через выступающие хомуты сборной части ригеля, производится омоноличивание верхней части сборно-монолитного ригеля.

Верхние дополнительные узловые стержни, располагаемые в монолитном слое ригеля, являются его верхней рабочей арматурой, обеспечивающей неразрезность работы ригеля. Количество и диаметр дополнительных арматурных стержней устанавливаются расчетом в зависимости от нагрузки и пролета ригеля. В пролетной части ригеля в верхней зоне устанавливается конструктивная арматура. Омоноличивание узлов сопряжения колонн с ригелями производится тяжелым бетоном кл. В40 на мелких заполнителях (фракции 5-10 мм).

Стыки ригелей и колонн после замоноличивания становятся жесткими.

Перед бетонированием узлов сопряжения ригелей с колоннами и в период твердения бетона ригели подпираются временными инвентарными опорами, которые обеспечивают восприятие монтажных нагрузок и нагрузок от свежесуложенного бетона.

Перекрытия - выполнено из сборных железобетонных многопустотных предварительно напряженных плит перекрытия шириной 1200, 1500мм, высотой сечения 220 мм.

В связи с отсутствием на боковых поверхностях плит прерывистых шпонок необходимо тщательно уплотнить бетонную смесь в стыках и швах.

Плиты перекрытий имеют предел огнестойкости REI 60 в соответствии с СТО 36554501-006-2006 и могут применяться в зданиях и сооружениях I степени огнестойкости.

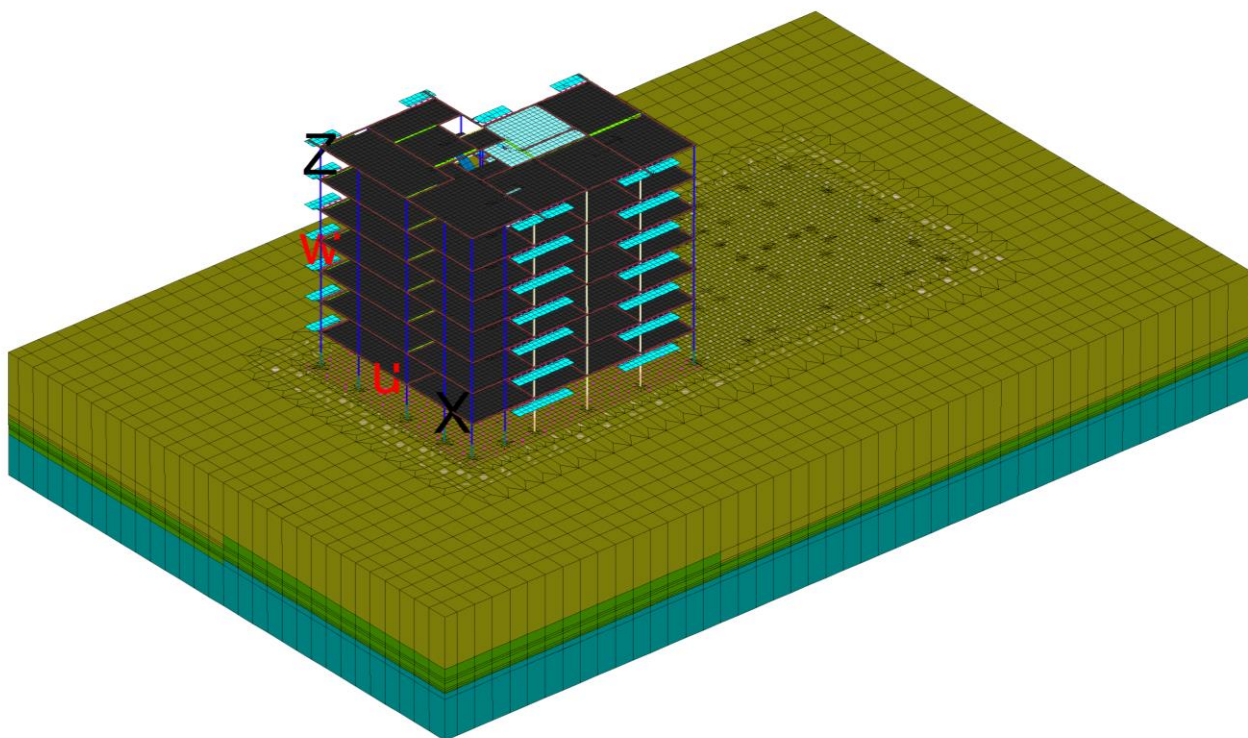
| | | | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|---|-------|------|-------------------|------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | Лист |
| | | | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | 05/08-2019 ПР-РР2 | 9 |

1.3 Пояснение к расчёту

Статические расчеты каркаса здания и его конструктивных элементов были выполнены методом конечных элементов на программном комплексе «ING+» (сертификат соответствия №РА.РУ.АБ86.Н01019), предназначенного для расчета пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания по 1-ой, и 2-ой группам предельных состояний.

Пространственная расчетная модель собрана путем графического интерактивного ввода несущих конструкций с автоматической генерацией конечно-элементной сети (узлы, элементы). Модель содержит сведения о сечениях элементов, материалах, краевых условиях, нагрузках и учитывает совместную работу каркаса, фундамента и основания. Узлы сопряжения элементов каркаса (колонн и ригелей) жесткие. Соединение колонн и свай с ростверком жесткое. В расчетной модели задано грунтовое слоистое основание из объемных элементов. Модель учитывает различные свойства грунтов по слоям.

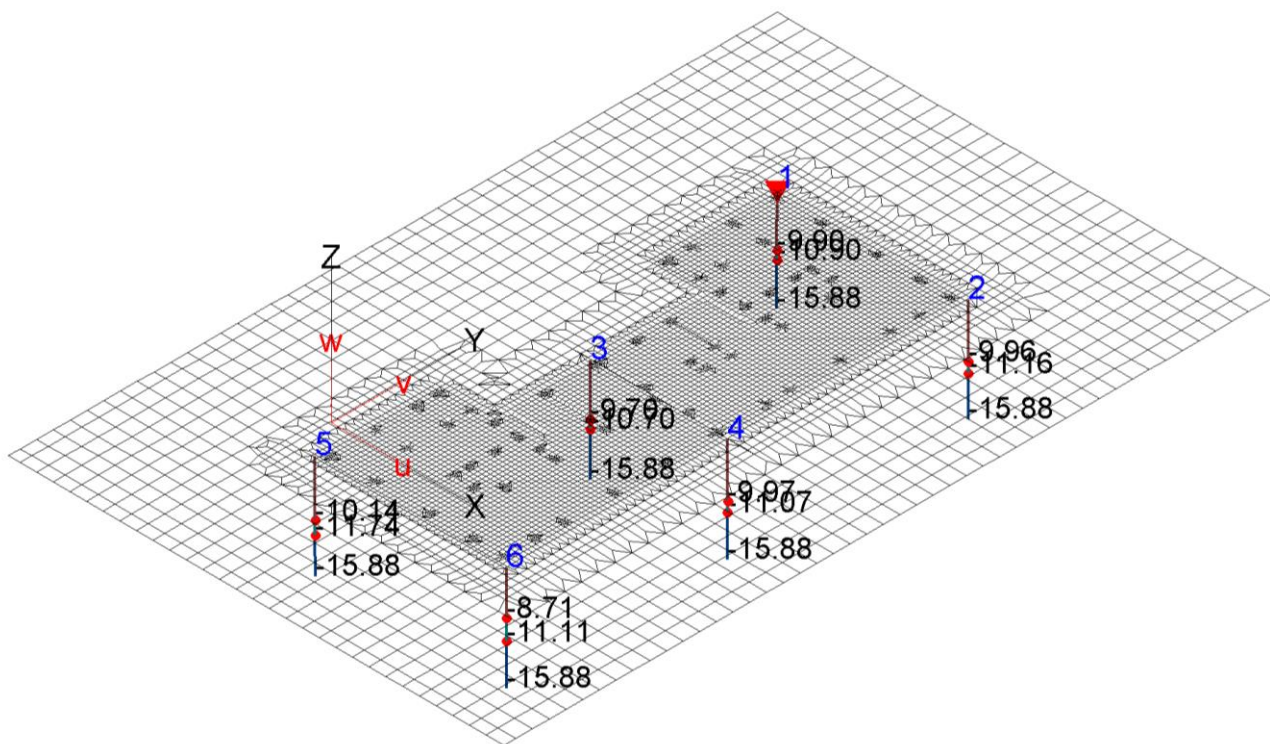
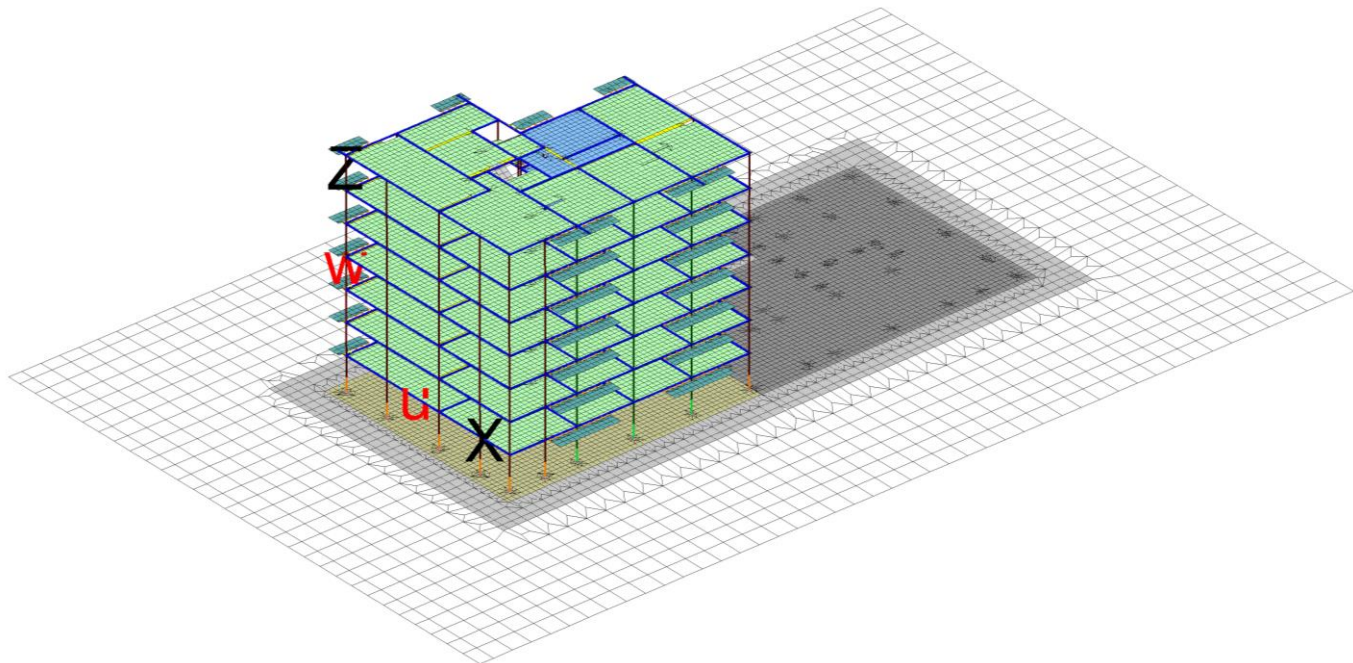
Опираемые пустотные плиты на ригели шарнирные, моделируются ортотропным материалом. Для моделирования конструкций использованы пространственные стержневые конечные элементы, треугольные и четырехугольные гибридные оболочечные конечные элементы.



| | | | | | |
|-------------|--------------|------|---|-------|------|
| Ив. № подл. | Взам. инв. № | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
|------|------|------|---|-------|------|

05/08-2019 ПР-РР2



| | |
|--------------|----------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| | Подпись и дата |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Таблица грунтов

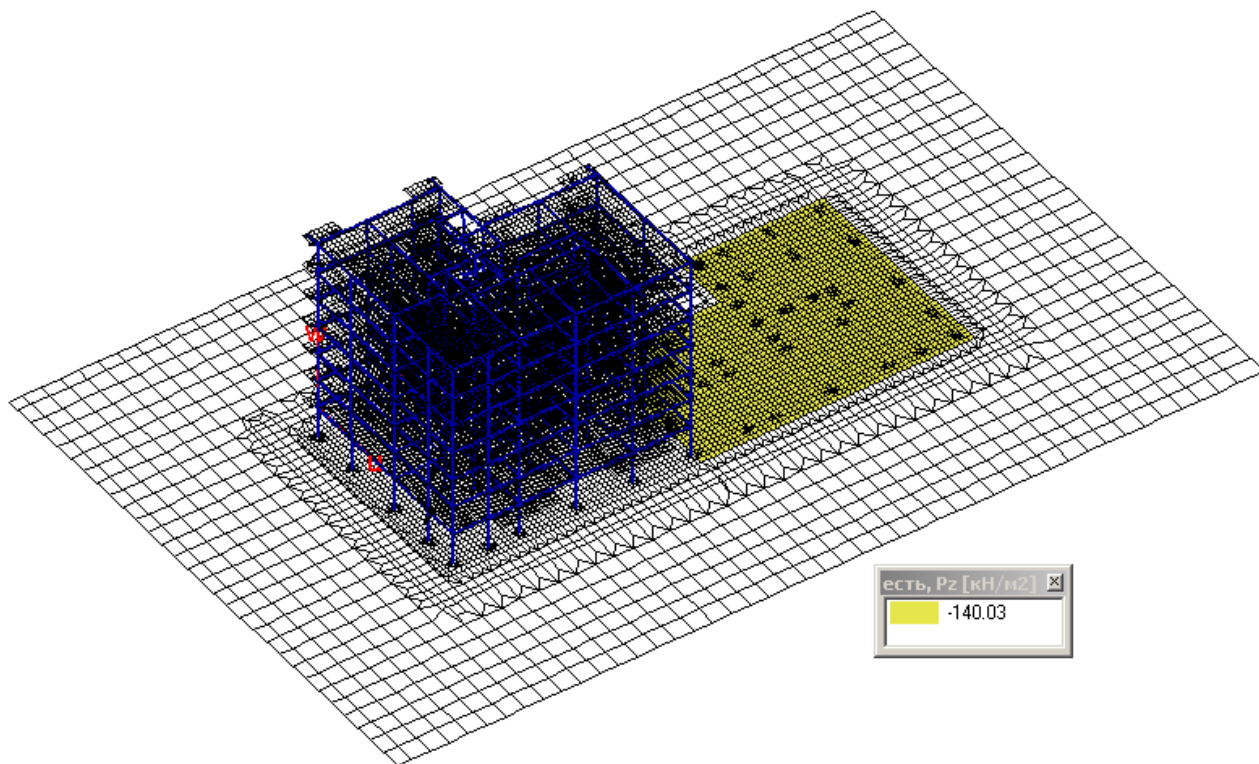
Таблица грунтов типа Кулона-Мора

| № | Имя | E кН/м ² | ν | C кН/м ² | ϕ | α м ² /кН | ψ град. | ρ т/м ³ |
|---|-----|--------------------------|-------|--------------------------|--------|--------------------------------|-----------------|----------------------------|
| 1 | 2 | 26600. | 0.30 | 2.00 | 33.00 | 0.00 | 0.00 | 1.62 |
| 2 | 3 | 32600. | 0.30 | 1.00 | 33.00 | 0.00 | 0.00 | 1.83 |
| 3 | 4 | 34100. | 0.30 | 1.00 | 34.00 | 0.00 | 0.00 | 1.96 |

E - модель деформации грунта
 ν - коэффициент Пуассона
 C - коэффициент сцепления
 ϕ - угол внутреннего трения
 α - параметр всестороннего сжатия
 ψ - угол дилатации
 σ - параметр упрочнения (преконсолидационное давление)
 γ - константа, входящая в закон объемного упрочнения
 R_t - нормативное сопротивление растяжению
 R_c - нормативное сопротивление сжатию
 ρ - плотность грунта
 E_{xx}, E_{yy}, E_{zz} - модуль упругости
 N_{xy}, N_{yz}, N_{zx} - коэффициент Пуассона
 G_{xy}, G_{yz}, G_{zx} - модуль сдвига

Граничные условия – слоистое грунтовое основание (задается посредством скважин), представленное массивом грунта, ограниченным величиной сжимаемой толщи, характеристики которого соответствуют данным инженерно-геологических испытаний. Между плитой основания и массивом грунта сформированы нелинейные связи (для учета односторонней работы и ограничения по давлению на грунт).

Учет влияния соседней секции:



| | |
|--------------|----------------|
| Изм. № подл. | Взам. инв. № |
| | Подпись и дата |
| Изм. № подл. | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Пояснение к расчету оболочек (перекрытия, стен):

Оболочка:

- S_r – мембранное напряжение в "r"-направлении;
- S_s – мембранное напряжение в "s"-направлении;
- S_{rs} – мембранное сдвиговое напряжение;
- M_r – изгибающий момент M_r (создает напряжения в "r"-направлении);
- M_s – изгибающий момент M_s (создает напряжения в "s"-направлении);
- M_{rs} – крутящий момент;
- Q_r – поперечная сила на площадке, перпендикулярной оси "r";
- Q_s – поперечная сила на площадке, перпендикулярной оси "s".

Правило знаков для усилий

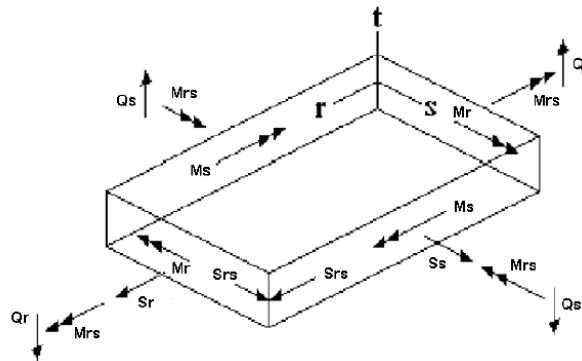


Рис. 1.2.1 Правило знаков для усилий в оболочках

Усилия выводятся в локальной системе координат r-s-t. Положительные значения S_r и S_s соответствуют растяжению, отрицательные – сжатию. Положительный момент M_r вызывает на нижней стороне оболочки растягивающие усилия в направлении оси r. Положительный момент M_s вызывает на нижней стороне оболочки растягивающие усилия в направлении оси s. Нижняя сторона оболочки находится по отрицательному направлению оси t.

Усилия в стержнях

Пояснение к расчету 3D-балок:

- Стержень: N – продольная сила;
- Q_s – поперечная сила;
 - Q_t – поперечная сила;
 - M_s – изгибающий момент;
 - M_t – изгибающий момент;
 - M_r – крутящий момент;

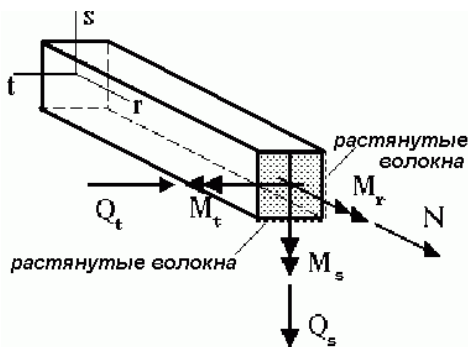
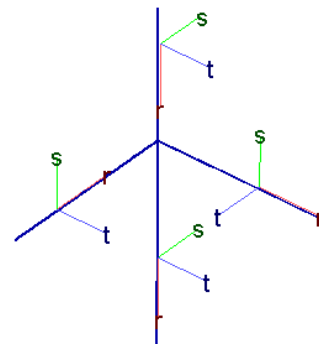


Рис. 1.2.2 Правило знаков для усилий в стержнях

Характеристики сечений связаны с локальной системой координат элемента (r-s-t). По умолчанию эта система координат определяется следующим образом. Начало локальной системы координат располагается в первом узле элемента и ось "r" направлена от первого узла ко второму узлу элемента. Оси "s" и "t" в зависимости от положения элемента в пространстве.

| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Изм. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|-------------------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | 05/08-2019 ПР-РР2 | Лист |
| | | | | | | | 13 |

1.4 Расчётные характеристики материалов

Колонны :

бетон класса В40 ГОСТ 26633-91*;
модуль упругости $E_b^0=3,60 \times 10^7$ кН/м²;
коэффициент Пуассона $\mu=0.2$

Ригеля :

бетон класса В30 ГОСТ 26633-91*;
модуль упругости $E_b^0=3,25 \times 10^7$ кН/м²;
коэффициент Пуассона $\mu=0.2$

Перекрытия:

бетон класса В30 ГОСТ 26633-91*;
модуль упругости $E_b^0=3,25 \times 10^7$ кН/м²;
коэффициент Пуассона $\mu=0.2$

Фундамент :

бетон класса В25 ГОСТ 26633-91;
модуль упругости $E_b^0=3,00 \times 10^7$ кН/м²;
коэффициент Пуассона $\mu=0.2$

































Нормативный объёмный вес бетона $\gamma_0^H=2500$ кг/м³.

Арматура для всех конструкций:

рабочая класса А-400, А-500С ГОСТ Р 52544-2006,
распределительная класса А-400 ГОСТ Р 52544-2006.
модуль упругости $E_s=2 \times 10^8$ кН/м²;

| | | | | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|---|-------|------|--|-------------------|------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | 05/08-2019 ПР-РР2 | Лист |
| | | | | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | | | |

Сводная таблица материалов

| № | Имя материала | Тип | Профиль | Цвет |
|----|----------------|---------------------|---|---|
| 1 | Ф 600 В25 | Изотропный | |  |
| 2 | ФК 600 В25 | Изотропный | |  |
| 3 | грунт | Изотропный | |  |
| 4 | 25 кирпич | Изотропный | |  |
| 5 | К 52 В40 | Изотропный | |  |
| 6 | МУ 22 | Изотропный | |  |
| 7 | БПЛ 16 В25 | Изотропный | |  |
| 8 | ЛМ 20 | Изотропный | |  |
| 9 | К 25x40 В40 | Профиль |  |  |
| 10 | ПК 35x50 В25 | Профиль |  |  |
| 11 | Р 25x30+22 В30 | Параметрич. профиль |  |  |
| 12 | ЛБ 25x35 В20 | Профиль |  |  |
| 13 | ЖС 25x16 В25 | Профиль |  |  |
| 14 | ЖС 30x16 В25 | Профиль |  |  |
| 15 | ЖС 20x16 В25 | Профиль |  |  |
| 16 | р-х | Ортотропный | |  |
| 17 | р-у | Ортотропный | |  |
| 18 | П 22-0 | Ортотропный | |  |
| 19 | П 22-90 | Ортотропный | |  |
| 20 | ИГЭ-2 | Изотропный | |  |
| 21 | ФС 600 | Изотропный | |  |
| 22 | К 25x50 В40 | Профиль |  |  |
| 23 | ПК 35x60 В25 | Профиль |  |  |

| | |
|--------------|----------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| | Подпись и дата |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

15

Балки

Профили

Геометрические характеристики

| № | Сечение | d | A | Is | It | As | At |
|----|--------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | мм | м ² | м ⁴ | м ⁴ | м ² | м ² |
| 9 | Прям.400x250 | 0 | 0.10000 | 0.00133 | 5.21e-4 | 0.08333 | 0.08333 |
| 10 | Прям.500x350 | 0 | 0.17500 | 0.00364 | 0.00178 | 0.14583 | 0.14583 |
| 12 | Прям.250x350 | 0 | 0.08750 | 4.56e-4 | 8.93e-4 | 0.07291 | 0.07291 |
| 13 | Прям.250x160 | 0 | 0.04000 | 2.08e-4 | 8.53e-5 | 0.03333 | 0.03333 |
| 14 | Прям.300x160 | 0 | 0.04800 | 3.60e-4 | 1.02e-4 | 0.04000 | 0.04000 |
| 15 | Прям.200x160 | 0 | 0.03200 | 1.07e-4 | 6.83e-5 | 0.02666 | 0.02666 |
| 22 | Прям.500x250 | 0 | 0.12500 | 0.00260 | 6.51e-4 | 0.10416 | 0.10416 |
| 23 | Прям.600x350 | 0 | 0.21000 | 0.00630 | 0.00214 | 0.17500 | 0.17500 |

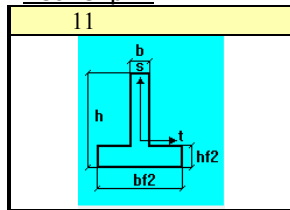
Физические характеристики

| № | E | G | ρ | Kρ | Cm | Ck |
|----|---------|---------|------------------|------|------|------|
| | кПа | кПа | т/м ³ | | | |
| 9 | 3.60e+7 | 1.50e+7 | 2.75 | 0.91 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 3.00e+7 | 1.25e+7 | 2.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 2.75e+7 | 1.15e+7 | 2.75 | 0.91 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 3.00e+7 | 1.25e+7 | 2.75 | 0.91 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 3.00e+7 | 1.25e+7 | 2.75 | 0.91 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 3.00e+7 | 1.25e+7 | 2.75 | 0.91 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | 3.60e+7 | 1.50e+7 | 2.75 | 0.91 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | 3.00e+7 | 1.25e+7 | 2.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

- d - расстояние между профилями
- A - площадь поперечного сечения
- Is - момент инерции относительно оси s
- It - момент инерции относительно оси t
- As - сдвиговая площадь относительно оси s
- At - сдвиговая площадь относительно оси t
- E - модуль упругости
- G - модуль сдвига
- ρ - плотность
- Kρ - множитель для плотности материала
- Cm - коэффициент демпфирования для массы
- Ck - коэффициент демпфирования для жесткости

Параметрические профили

Геометрия



| № | b | h | bf1 | hf1 | bf2 | hf2 | B | H | D | d | Угол |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|------|
| | мм | мм | мм | мм | мм | мм | мм | мм | мм | мм | град |
| 11 | 120 | 520 | | | 250 | 300 | | | | | 0 |

Геометрические характеристики

| № | A | Is | It | As | At |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | м ² | м ⁴ | м ⁴ | м ² | м ² |
| 11 | 0.10140 | 4.22e-4 | 0.00198 | 0.07793 | 0.07487 |

Физические характеристики

| № | E | G | ρ | Kρ | Cm | Ck |
|----|---------|---------|------------------|------|------|------|
| | кПа | кПа | т/м ³ | | | |
| 11 | 3.25e+7 | 1.35e+7 | 2.75 | 0.91 | 0.00 | 0.00 |

- A - площадь поперечного сечения
- Is - момент инерции относительно оси s
- It - момент инерции относительно оси t
- As - сдвиговая площадь относительно оси s
- At - сдвиговая площадь относительно оси t

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

E - модуль упругости
 G - модуль сдвига
 ρ - плотность
 $K\rho$ - множитель для плотности материала
 Cm - коэффициент демпфирования для массы
 Ck - коэффициент демпфирования для жесткости

Оболочки и 3D-элементы
Изотропные материалы

Основные характеристики

| № | Толщ. | E | ν | ρ | $K\rho$ |
|----|-------|-------------------|-------|------------------|---------|
| | мм | кН/м ² | | т/м ³ | |
| 1 | 600 | 3.00e+7 | 0.20 | 2.75 | 0.00 |
| 2 | 600 | 3.00e+7 | 0.20 | 2.75 | 0.00 |
| 3 | 10 | 2.66e+4 | 0.30 | 264.06 | 0.00 |
| 4 | 250 | 2.04e+6 | 0.25 | 2.20 | 0.91 |
| 5 | 520 | 3.60e+7 | 0.20 | 0.01 | 0.91 |
| 6 | 220 | 3.00e+7 | 0.20 | 2.75 | 0.91 |
| 7 | 160 | 3.00e+7 | 0.20 | 2.75 | 0.91 |
| 8 | 200 | 2.75e+7 | 0.20 | 2.75 | 0.91 |
| 20 | 0 | 1.80e+4 | 0.30 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | 600 | 3.00e+7 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |

Дополнительные характеристики

| № | fss | fdp | fSb | fP1 | fsp | Cm | Ck |
|----|------|------|------|------|-----|------|------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 0.98 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |

E - модуль упругости
 ν - коэффициент Пуассона
 ρ - плотность
 $K\rho$ - множитель для плотности материала
 fss - коэф. уменьшения сдвиг. жесткости балки-стенки
 fdp - коэф. уменьшения крутящейся жесткости плиты
 fSb - коэф. уменьшения обычной жесткости балки-стенки
 fP1 - коэф. уменьшения изгибной жесткости плиты
 fsp - коэф. уменьшения сдвиг. жесткости толстой плиты
 Cm - коэффициент демпфирования для массы
 Ck - коэффициент демпфирования для жесткости

Ортотропные материалы

Основные характеристики

| № | Толщ. | E1 | E2 | $\nu1$ | $\nu2$ | α | ρ | $K\rho$ |
|----|-------|-------------------|-------------------|--------|--------|----------|------------------|---------|
| | мм | кН/м ² | кН/м ² | | | | т/м ³ | |
| 16 | 220 | 1.47e+7 | 1.47e+2 | 0.20 | 0.00 | 90.00 | 1.38 | 0.91 |
| 17 | 220 | 1.47e+7 | 1.47e+2 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 1.38 | 0.91 |
| 18 | 220 | 3.25e+6 | 3.25e+3 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.91 |
| 19 | 220 | 3.25e+6 | 3.25e+3 | 0.20 | 0.00 | 90.00 | 1.50 | 0.91 |

Дополнительные характеристики

| № | fss | fdp | fSb | fP1 | fsp | Cm | Ck |
|----|------|------|------|------|-----|------|------|
| 16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |

Взам. инв. №
 Подпись и дата
 Инв. № подл.

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

E1 - модуль упругости по направлению '1'
 E2 - модуль упругости по направлению '2'
 $\nu 1$ - коэффициент Пуассона по направлению '1'
 $\nu 2$ - коэффициент Пуассона по направлению '2'
 α - угол между осью 't' элемента и 1-м направлением ортотропии
 ρ - плотность
 $K\rho$ - множитель для плотности материала
 fss - коэф. уменьшения сдвиг. жесткости балки-стенки
 fdp - коэф. уменьшения крутящейся жесткости плиты
 fSb - коэф. уменьшения обычной жесткости балки-стенки
 fP1 - коэф. уменьшения изгибной жесткости плиты
 fsp - коэф. уменьшения сдвиг. жесткости толстой плиты
 Cm - коэффициент демпфирования для массы
 Ck - коэффициент демпфирования для жесткости

| | | | | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|------|------|------|---|-------------------|-------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | 05/08-2019 ПР-РР2 | Лист |
| | | | Изм. | Кол. | Лист | № | | Подп. |

1.5 Сбор нагрузок

Временные расчётные нагрузки на перекрытия принимались согласно СНиП 2.01.07-85* “Нагрузки и воздействия” (СП 20.13330.2016) (табл. 8.3).

для лоджий – 2.40 кПа, 4.8 – на ширине 0.8м вдоль ограждения балкона;

для жилых помещений – 1.95 кПа;

для лестничных площадок и коридоров – 3.60 кПа;

помещения общественного назначения – 6.00 кПа.

Ветровые нагрузки принимались согласно СНиП 2.01.07-85* “Нагрузки и воздействия” (СП 20.13330.2016) (III ветровой район по карте 2, обязательного приложения Е):

Нормативное значение ветрового давления – 0.38 кПа;

Коэффициент надёжности по нагрузке - 1.4;

Расчётное значение ветрового давления – 0.532 кПа..

Аэродинамический коэффициент активной составляющей ветрового давления – 0.8, пассивной – 0.5.

В расчете учтены пульсационные составляющие ветровой нагрузки путем создания нескольких дополнительных нагружений (при этом каждая группа нагружений соответствует нагрузкам от одной из учитываемых форм собственных колебаний).

Снеговые нагрузки принимались согласно СНиП 2.01.07-85* “Нагрузки и воздействия” (СП 20.13330.2016) (V снеговой район по карте 1 обязательного приложения Е);

Нормативное значение веса снегового покрова – 2.5 кПа;

Коэффициент надёжности по нагрузке – 1.4

Расчётное значение веса снегового покрова – 3.5 кПа.

Дополнительная нагрузка от снеговых мешков учтена в соответствии с обязательным приложением Б СНиП 2.01.07-85* (СП 20.13330.2016)

Расчёт производится на РСУ согласно СНиП 2.01.07-85* “Нагрузки и воздействия” (СП 20.13330.2016)

| | | | | | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|-------------------|-------|------|--|--|--|------|
| Ивв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | | | Лист |
| | | | 05/08-2019 ПР-РР2 | | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | | | | |

Сбор нагрузок от перекрытия, покрытия, внутренних и наружных стен представлен в таблицах:

Полы

Полы цокольного этажа:

Сбор нагрузок на перекрытие полов цокольного этажа

| Материал | Толщина, мм. | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Керамогранитная плитка | 10 | 2200 | 22 | 1,1 | 24,2 | 0,242 |
| Плиточный клей | 10 | 1800 | 18 | 1,3 | 23,4 | 0,234 |
| Стяжка из цем.-песч. р-ра. | 30 | 1800 | 54 | 1,3 | 70,2 | 0,702 |
| Пенополистерол | 1000 | 35 | 35 | 1,3 | 45,5 | 0,455 |
| 2 слоя линокром ТПП | 4 | 1000 | 4 | 1,3 | 5,2 | 0,052 |
| Итого постоянная: | | | 133,00 | 1,27 | 168,50 | 1,69 |
| Временная полезная: | | | 400 | 1,2 | 480 | 4,8 |
| Всего: | | | 533,00 | | 648,50 | 6,49 |

Полы нежилых помещений 1-го и типовых этажей

Сбор нагрузок на перекрытие полов коридоров, лестниц

| Материал | Толщина, мм. | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Керамогранитная плитка | 10 | 2200 | 22 | 1,1 | 24,2 | 0,242 |
| Плиточный клей | 5 | 1800 | 9 | 1,3 | 11,7 | 0,117 |
| Стяжка из цем.-песч. р-ра. | 45 | 1800 | 81 | 1,3 | 105,3 | 1,053 |
| Итого постоянная: | | | 112,00 | 1,26 | 141,20 | 1,41 |
| Временная полезная: | | | 300 | 1,2 | 360 | 3,6 |
| Всего: | | | 412,00 | | 501,20 | 5,01 |

| | | |
|---------------|----------------|--------------|
| Инва. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|-------------------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | 05/08-2019 ПР-РР2 | Лист |
| | | | | | | | 20 |

**Сбор нагрузок на перекрытие полов
лестничных площадок**

| Материал | Толщина, мм. | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Керамогранитная плитка | 10 | 2200 | 22 | 1,1 | 24,2 | 0,242 |
| Плиточный клей | 5 | 1800 | 9 | 1,3 | 11,7 | 0,117 |
| Стяжка из цем.-песч. р-ра. | 25 | 1800 | 45 | 1,3 | 58,5 | 0,585 |
| Итого постоянная: | | | 76,00 | 1,24 | 94,40 | 0,94 |
| Временная полезная: | | | 300 | 1,2 | 360 | 3,6 |
| Всего: | | | 376,00 | | 454,40 | 4,54 |

Полы жилых помещений 1-го, типового этажей:

**Сбор нагрузок на перекрытие полов
жилых комнта, кухню, коридоров**

| Материал | Толщина, мм. | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|---|-----------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Линолеум на теплозвукоизолирующей подоснове | 5 | 1800 | 9 | 1,2 | 10,8 | 0,108 |
| Прослойка из клеящей мастики | 2 | 1000 | 2 | 1,3 | 2,6 | 0,026 |
| Стяжка из цем.-песч. р-ра. | 55 | 1800 | 99 | 1,3 | 128,7 | 1,287 |
| Итого постоянная: | | | 110,00 | 1,29 | 142,10 | 1,42 |
| Временная полезная: | | | 150 | 1,3 | 195 | 1,95 |
| Всего: | | | 260,00 | | 337,10 | 3,37 |

**Сбор нагрузок на перекрытие полов
помещений балконов и лоджий**

| Материал | Толщина, мм. | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|---------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Стяжка из ц.п. р-ра | 30 | 1800 | 54 | 1,3 | 70,2 | 0,702 |
| Итого постоянная: | | | 54,00 | 1,30 | 70,20 | 0,70 |
| Временная полезная: | | | 200 | 1,2 | 240 | 2,4 |
| Всего: | | | 254,00 | | 310,20 | 3,10 |

| | | | | | | |
|--------------|--------------|----------------|--|--|--|--|
| Ивв. № подл. | Взам. инв. № | Подпись и дата | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
|------|------|------|---|-------|------|

05/08-2019 ПР-РР2

**Сбор нагрузок на перекрытие полов
помещений с/у**

| Материал | Толщина, мм. | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Керамическая плитка | 8 | 1800 | 14,4 | 1,2 | 17,28 | 0,173 |
| Плиточный клей | 5 | 1800 | 9 | 1,3 | 11,7 | 0,117 |
| Стяжка из цем.-песч. р-ра. | 37 | 1800 | 66,6 | 1,3 | 86,58 | 0,866 |
| Гидроизоляция - линокром | 4 | 1000 | 4 | 1,2 | 4,8 | 0,048 |
| Итого постоянная: | | | 94,00 | 1,28 | 120,36 | 1,20 |
| Временная полезная: | | | 150 | 1,3 | 195 | 1,95 |
| Всего: | | | 244,00 | | 315,36 | 3,15 |

Кровля:

Сбор нагрузок на перекрытие кровли

| Материал | Толщина, мм. | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|---|-----------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Техноэласт ЭКП | 5 | 1000 | 5 | 1,2 | 6 | 0,060 |
| Унифлекс ВЕНТ | 4 | 1000 | 4 | 1,2 | 4,8 | 0,048 |
| Праймер битумный | 2 | 1000 | 2 | 1,3 | 2,6 | 0,026 |
| Стяжка из цементно-песчаного р-ра | 50 | 1850 | 92,5 | 1,3 | 120,25 | 1,203 |
| Плита ЦСП | 12 | 1300 | 15,6 | 1,2 | 18,72 | 0,187 |
| Разуклонка из керамзита | 270 | 800 | 216 | 1,3 | 280,8 | 2,808 |
| Рубероид | 2 | 1000 | 2 | 1,2 | 2,4 | 0,024 |
| Плита теплоизоляционная PIR ТехноНИКОЛЬ | 160 | 35 | 5,6 | 1,3 | 7,28 | 0,073 |
| Биполь ЭПП | 2 | 1000 | 2 | 1,2 | 2,4 | 0,024 |
| Итого постоянная: | | | 344,70 | 1,29 | 445,25 | 4,45 |
| Временная полезная: | | | 250 | 1,4 | 350 | 3,5 |
| Всего: | | | 594,70 | | 795,25 | 7,95 |

Изм. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

Стены и перегородки

Сбор нагрузок от внешней стены

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|------------------------------------|------------|-------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Навесной фасад | 0,03 | 2200 | 66,00 | 1,2 | 79,20 | 0,79 |
| Минераловатная плита "Фасад Баттс" | 0,24 | 130 | 31,20 | 1,3 | 40,56 | 0,41 |
| Газобетонные блоки D500 | 0,25 | 700 | 175,00 | 1,2 | 210,00 | 2,10 |
| Шпатлевка | 0,005 | 1600 | 8,00 | 1,3 | 10,40 | 0,10 |

| | | | | | | |
|---|--|--------|------|--|---------|-------|
| Итого постоянная по площади стены: | | 280,20 | | | 340,16 | 3,40 |
| Нагрузка от веса стены (hэт=3,08м), кг/м: | | 770,26 | 1,22 | | 936,20 | 9,36 |
| Нагрузка от веса стены (hэт=3,30м), кг/м: | | 831,90 | 1,22 | | 1011,04 | 10,11 |

Сбор нагрузок от стены ЛК 250 мм газобетонный блок

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|---|------------|-------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Штукатурка | 0,02 | 1800 | 36,00 | 1,3 | 46,80 | 0,47 |
| Газобетонный блок D600 на ц.п. растворе | 0,25 | 800 | 200,00 | 1,2 | 240,00 | 2,40 |
| Штукатурка | 0,02 | 1800 | 36,00 | 1,3 | 46,80 | 0,47 |

| | | | | | | |
|--|--|--------|------|--|---------|-------|
| Итого постоянная по площади стены: | | 272,00 | | | 333,60 | 3,336 |
| Нагрузка от веса стены (тип. эт.), кг/м: | | 777,92 | 1,23 | | 954,10 | 9,54 |
| Нагрузка от веса стены (6 эт.), кг/м: | | 837,76 | 1,23 | | 1027,49 | 10,27 |

Сбор нагрузок от межквартирной перегородки 250 мм газобетонный блок

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|---|------------|-------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Шпатлевка | 0,005 | 1600 | 8,00 | 1,3 | 10,40 | 0,10 |
| Газобетонный блок D600 на ц.п. растворе | 0,25 | 800 | 200,00 | 1,2 | 240,00 | 2,40 |
| Шпатлевка | 0,005 | 1600 | 8,00 | 1,3 | 10,40 | 0,10 |

| | | | | | | |
|--|--|--------|------|--|--------|-------|
| Итого постоянная по площади стены: | | 216,00 | | | 260,80 | 2,608 |
| Нагрузка от веса стены (тип. эт.), кг/м: | | 617,76 | 1,21 | | 745,89 | 7,46 |
| Нагрузка от веса стены (6 эт.), кг/м: | | 665,28 | 1,21 | | 803,26 | 8,03 |

| | |
|--------------|----------------|
| Ивв. № подл. | Взам. инв. № |
| | Подпись и дата |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
|------|------|------|---|-------|------|

05/08-2019 ПР-РР2

Сбор нагрузок от межквартирной перегородки (в зоне с/у)
250 мм газобетонный блок, плитка с двух сторон

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|--|------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Керамическая плитка на клею | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,2 | 32,40 | 0,32 |
| Выравнивающий раствор | 0,008 | 1800 | 14,40 | 1,3 | 18,72 | 0,19 |
| Газобетонный блок D600 на ц.п. растворе | 0,25 | 800 | 200,00 | 1,2 | 240,00 | 2,40 |
| Выравнивающий раствор | 0,008 | 1800 | 14,40 | 1,3 | 18,72 | 0,19 |
| Керамическая плитка на клею | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,2 | 32,40 | 0,32 |
| Итого постоянная по площади стены: | | | 282,80 | | 342,24 | 3,422 |
| Нагрузка от веса стены (тип. эт.), кг/м: | | | 808,81 | 1,21 | 978,81 | 9,79 |
| Нагрузка от веса стены (6 эт.), кг/м: | | | 871,02 | 1,21 | 1054,10 | 10,54 |

Сбор нагрузок от межквартирной перегородки (в зоне с/у)
250 мм газобетонный блок, плитка с 1-ой стороны

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|--|------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Керамическая плитка на клею | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,2 | 32,40 | 0,32 |
| Выравнивающий раствор | 0,008 | 1800 | 14,40 | 1,3 | 18,72 | 0,19 |
| Газобетонный блок D600 на ц.п. растворе | 0,25 | 800 | 200,00 | 1,2 | 240,00 | 2,40 |
| Шпатлевка | 0,005 | 1600 | 8,00 | 1,3 | 10,40 | 0,10 |
| Итого постоянная по площади стены: | | | 249,40 | | 301,52 | 3,015 |
| Нагрузка от веса стены (тип. эт.), кг/м: | | | 713,28 | 1,21 | 862,35 | 8,62 |
| Нагрузка от веса стены (6 эт.), кг/м: | | | 768,15 | 1,21 | 928,68 | 9,29 |

| | | |
|---------------|----------------|--------------|
| Инва. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Сбор нагрузок от перегородки с/у
100 мм перегородочный газобетонный блок, плитка с двух сторон

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|---|------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Керамическая плитка на клею | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,2 | 32,40 | 0,32 |
| Выравнивающий раствор | 0,008 | 1800 | 14,40 | 1,3 | 18,72 | 0,19 |
| Газобетонный блок D700 на ц.п. растворе | 0,1 | 900 | 90,00 | 1,2 | 108,00 | 1,08 |
| Выравнивающий раствор | 0,008 | 1800 | 14,40 | 1,3 | 18,72 | 0,19 |
| Керамическая плитка на клею | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,2 | 32,40 | 0,32 |

Итого постоянная по площади стены: 172,80 210,24 2,102
 Нагрузка от веса стены (тип. эт.), кг/м: 494,21 1,22 601,29 6,01
 Нагрузка от веса стены (6 эт.), кг/м: 532,22 1,22 647,54 6,48

Сбор нагрузок от перегородки с/у
100 мм перегородочный газобетонный блок, плитка с одной стороны

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|---|------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Шпаклевка | 0,005 | 1600 | 8,00 | 1,3 | 10,40 | 0,10 |
| Газобетонный блок D700 на ц.п. растворе | 0,1 | 900 | 90,00 | 1,2 | 108,00 | 1,08 |
| Выравнивающий раствор | 0,008 | 1800 | 14,40 | 1,3 | 18,72 | 0,19 |
| Керамическая плитка на клею | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,2 | 32,40 | 0,32 |

Итого постоянная по площади стены: 139,40 169,52 1,695
 Нагрузка от веса стены (тип. эт.), кг/м: 398,68 1,22 484,83 4,85
 Нагрузка от веса стены (6 эт.), кг/м: 429,35 1,22 522,12 5,22

| | | | | | | |
|--------------|--------------|----------------|------|------|------|---|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № | Подпись и дата | | | | |
| | | | Изм. | Кол. | Лист | № |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |

05/08-2019 ПР-РР2

**Сбор нагрузок от межкомнатной перегородки
100 мм перегородочный газобетонный блок**

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|--|------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Шпаклевка | 0,005 | 1600 | 8,00 | 1,3 | 10,40 | 0,10 |
| Газобетонный блок D700 на ц.п. растворе | 0,1 | 900 | 90,00 | 1,2 | 108,00 | 1,08 |
| Шпаклевка | 0,005 | 1600 | 8,00 | 1,3 | 10,40 | 0,10 |

| | | | | |
|---|--------|------|--------|-------|
| Итого постоянная по площади стены: | 106,00 | | 128,80 | 1,288 |
| Нагрузка от веса стены (тип. эт.), кг/м: | 303,16 | 1,22 | 368,37 | 3,68 |
| Нагрузка от веса стены (6 эт.), кг/м: | 326,48 | 1,22 | 396,70 | 3,97 |

**Сбор нагрузок от перегородки
120 мм керамический кирпич**

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|---------------------|------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Штукатурка из ЦПР | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,3 | 35,10 | 0,35 |
| Керамический кирпич | 0,12 | 1800 | 216,00 | 1,1 | 237,60 | 2,38 |
| Штукатурка из ЦПР | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,3 | 35,10 | 0,35 |

| | | | | |
|---|--------|------|--------|-------|
| Итого постоянная по площади стены: | 270,00 | | 307,80 | 3,078 |
| Нагрузка от веса стены (тип. эт.), кг/м: | 772,20 | 1,14 | 880,31 | 8,80 |
| Нагрузка от веса стены (6 эт.), кг/м: | 831,60 | 1,14 | 948,02 | 9,48 |

| | | | | | | |
|---------------|--------------|----------------|------|------|------|---|
| Инва. № подл. | Взам. инв. № | Подпись и дата | | | | |
| | | | Изм. | Кол. | Лист | № |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |

05/08-2019 ПР-РР2

Сбор нагрузок от перегородки с/у
120 мм керамический кирпич

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|-----------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Керамическая плитка на клею | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,2 | 32,40 | 0,32 |
| Штукатурка из ЦПР | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,3 | 35,10 | 0,35 |
| Керамический кирпич | 0,12 | 1800 | 216,00 | 1,1 | 237,60 | 2,38 |
| Штукатурка из ЦПР | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,3 | 35,10 | 0,35 |
| Керамическая плитка на клею | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,2 | 32,40 | 0,32 |

| | | | | | | |
|--|--|--|---------|------|---------|-------|
| Итого постоянная по площади стены: | | | 324,00 | | 372,60 | 3,726 |
| Нагрузка от веса стены (тип. эт.), кг/м: | | | 926,64 | 1,15 | 1065,64 | 10,66 |
| Нагрузка от веса стены (6 эт.), кг/м: | | | 997,92 | 1,15 | 1147,61 | 11,48 |
| Нагрузка от веса стены (цок. эт.), кг/м: | | | 1020,60 | 1,15 | 1173,69 | 11,74 |

Сбор нагрузок от перегородки
250 мм керамический кирпич

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|---------------------|------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Штукатурка из ЦПР | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,3 | 35,10 | 0,35 |
| Керамический кирпич | 0,25 | 1800 | 450,00 | 1,1 | 495,00 | 4,95 |
| Штукатурка из ЦПР | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,3 | 35,10 | 0,35 |

| | | | | | | |
|--|--|--|---------|------|---------|-------|
| Итого постоянная по площади стены: | | | 504,00 | | 565,20 | 5,652 |
| Нагрузка от веса стены (тип. эт.), кг/м: | | | 1441,44 | 1,12 | 1616,47 | 16,16 |
| Нагрузка от веса стены (6 эт.), кг/м: | | | 1552,32 | 1,12 | 1740,82 | 17,41 |
| Нагрузка от веса стены (цок. эт.), кг/м: | | | 1587,60 | 1,12 | 1780,38 | 17,80 |

| | |
|-------------|---------------|
| Ив. № подл. | В зам. инв. № |
| Изм. | Кол. |
| Лист | № |
| Подп. | Дата |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

27

Сбор нагрузок стены лоджии тип. эт.
120 мм цементно-песчаный кирпич + остекление

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|---------------------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Кирпич | 0,12 | 1800 | 216,00 | 1,1 | 237,60 | 2,38 |
| Штукатурка цем.- известковым р-ром | 0,02 | 1800 | 36,00 | 1,3 | 46,80 | 0,47 |

Итого постоянная по площади стены: 252,00 284,40 2,84
 Нагрузка от веса стены (hэт=3,08м), кг/м: 236,16 1,08 255,60 2,64
 Нагрузка от веса стены (hэт=3,3м), кг/м: 244,08 1,08 263,52 2,73

Сбор нагрузок от парапета

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|---------------------|------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Навесной фасад | 0,03 | 2200 | 66,00 | 1,2 | 79,20 | 0,79 |
| Керамический кирпич | 0,25 | 1800 | 450,00 | 1,2 | 540,00 | 5,40 |

Итого постоянная по площади стены: 516,00 619,20 6,19
 Нагрузка от веса стены (h=1м), кг/м: 516,00 1,20 619,20 6,19
 Нагрузка от веса стены (h=1,6м), кг/м: 825,60 1,20 990,72 9,91

0

Сбор нагрузок от внешней стены

| Материал | Толщина, м | Объемный вес, кг/куб.м. | Нормативная, кг/кв.м. | γ_f | Расчетная, кг/кв.м. | Расчетная, кН/кв.м. |
|---------------------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Навесной фасад | 0,03 | 2200 | 66,00 | 1,2 | 79,20 | 0,79 |
| Минераловатная плита "Фасад Баттс" | 0,24 | 130 | 31,20 | 1,3 | 40,56 | 0,41 |
| Керамический кирпич | 0,25 | 1800 | 450,00 | 1,1 | 495,00 | 4,95 |
| Штукатурка | 0,015 | 1800 | 27,00 | 1,3 | 35,10 | 0,35 |

Итого постоянная по площади стены: 574,20 649,86 6,50
 Нагрузка от веса стены (hэт=2.86м), кг/м: 1528,60 1,14 1736,45 17,36

Инва. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

Давление грунта на стены подвала.

Значения характеристик грунтов засыпки (γ' , ϕ' и c'), уплотненных согласно нормативным документам с коэффициентом уплотнения k_y , не менее 0,95 от их плотности в природном сложении принимаем:

$$\gamma'_{I} = 0,95\gamma_{I}; \phi'_{I} = 0,8\phi_{I}; c'_{I} = 0,33c_{I}, \text{ но не более } 7 \text{ кПа.}$$

Интенсивность горизонтального активного давления грунта от собственного веса P_{γ} , на глубине y :

$$P_{\gamma} = [\gamma\gamma' h \lambda - c (K_1 + K_2)] y/h,$$

где при горизонтальной поверхности засыпки $\rho = 0$, вертикальной стене $\varepsilon = 0$ и отсутствии трения и сцепления со стеной $\delta = 0$, $K_2 = 0$ коэффициент бокового давления грунта λ , коэффициент интенсивности сил сцепления K_1 и угол наклона плоскости скольжения θ_0 определяем по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= \operatorname{tg}^2 \theta_0 \\ K_1 &= 2\sqrt{\lambda}, \\ \theta_0 &= 45^\circ - \phi/2. \end{aligned} \right\}$$

грунт засыпки принимаем ИГЭ-2:

$$\gamma'_{I} = 0,95\gamma_{I} = 0,95 \times 16,2 = 15,39 \text{ кН/м}^3;$$

$$\phi'_{I} = 0,8\phi_{I} = 0,8 \times 32 = 25,6^\circ;$$

$$c'_{I} = 0,33c_{I} = 0,33 \times 1,0 = 0,33 \text{ кПа, принимаем } 7 \text{ кПа};$$

$$\theta_0 = 45^\circ - \phi'_{I} / 2 = 45^\circ - 25,6 / 2 = 32,2^\circ;$$

$$\lambda = \operatorname{tg}^2 \theta_0 = \operatorname{tg}^2 32,2^\circ = 0,397;$$

$$K_1 = 2\sqrt{\lambda} = 2\sqrt{0,397} = 1,26.$$

$\gamma = 1,1$ для песчаных грунтов.

Интенсивность горизонтального активного давления грунта от собственного веса на глубине подвала

$$h = 1,63 \text{ м};$$

$$P_{\gamma} = [\gamma\gamma' h \lambda - c (K_1 + K_2)] y/h = [15,39 \times 1,1 \times 1,63 \times 0,397 - 0,33 \times (1,26 + 0)] \times 1 = 10,539 \text{ кПа.}$$

Интенсивность горизонтального давления грунта от равномерно распределенной нагрузки q , расположенной на поверхности призмы обрушения при сплошном и фиксированном расположении нагрузки определяем по формуле:

$$P_q = q\gamma\lambda = 9,81 \times 1,1 \times 0,397 = 4,284 \text{ кПа.}$$

$$\text{где } q = 9,81 \text{ кПа.}$$

Суммарная интенсивность горизонтального давления в уровне верха и низа стены подвала:

$$h = 5,09 \text{ м};$$

$$\Sigma P_e = P_{\gamma}^e + P_q^e = 0 + 4,284 = 4,284 \text{ кПа};$$

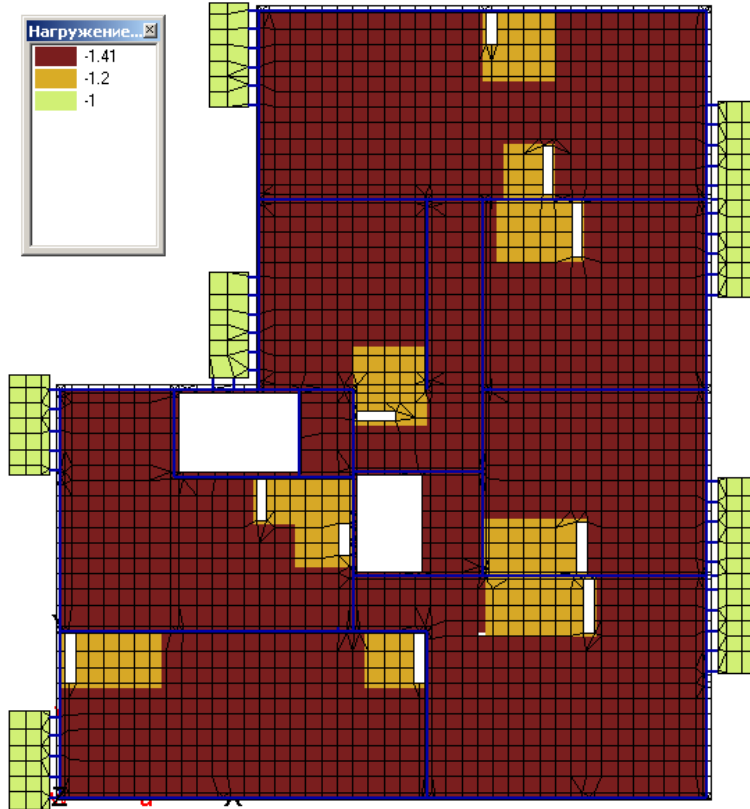
$$\Sigma P_n = P_{\gamma}^n + P_q^e = 10,539 + 4,284 = 14,823 \text{ кПа.}$$

| | | | | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|------|------|------|---|-------------------|------|
| Ивн. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | 05/08-2019 ПР-РР2 | Лист |
| | | | Изм. | Кол. | Лист | № | | |

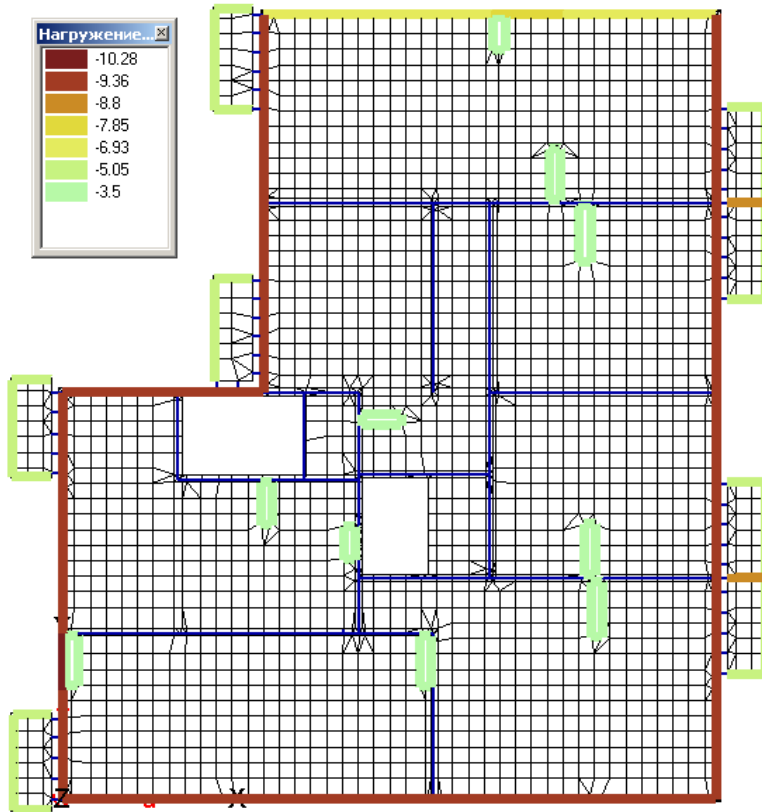
Схема приложения нагрузок на каркас.

Тип. этаж:

Постоянная полы – 2



Постоянная наружные стены, вентблоки – 3



| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

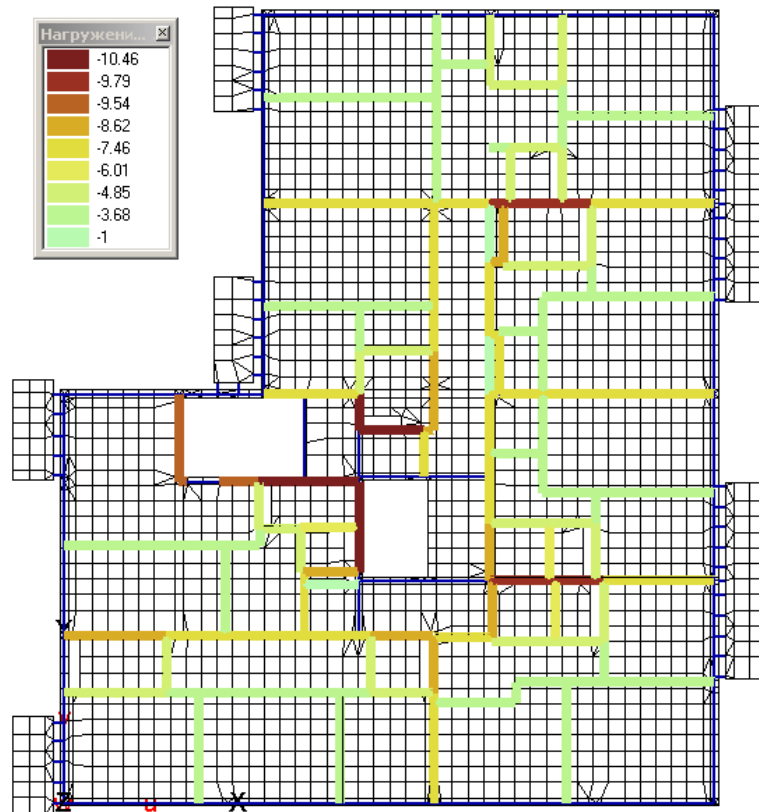
| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

31

Постоянная внутренние стены – 4



Временная полезная (жилье) – 6

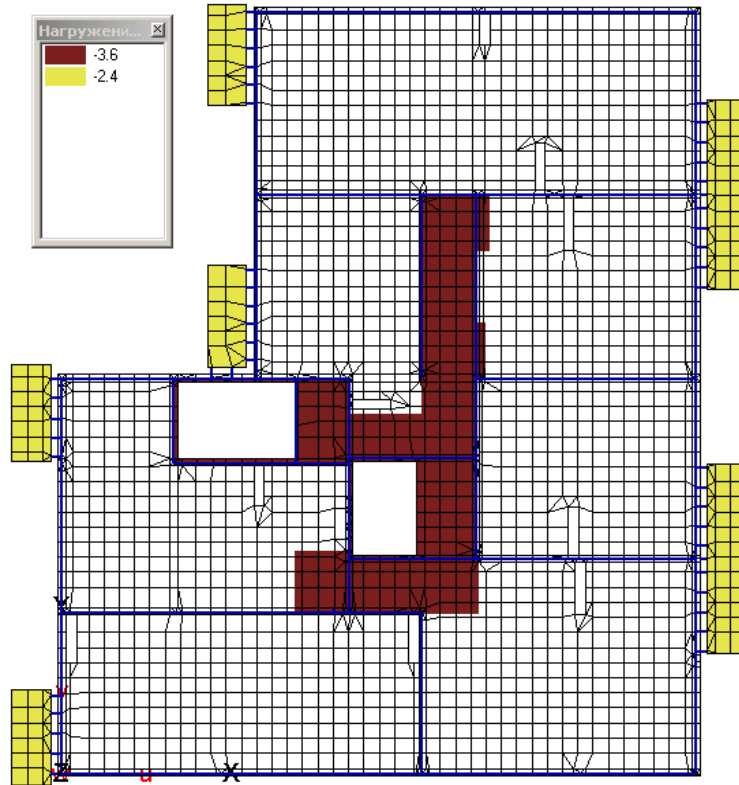


| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Временная полезная (коридоры, балконы) – 7



Временная полезная в шахматном порядке (коридоры, балконы) – 8



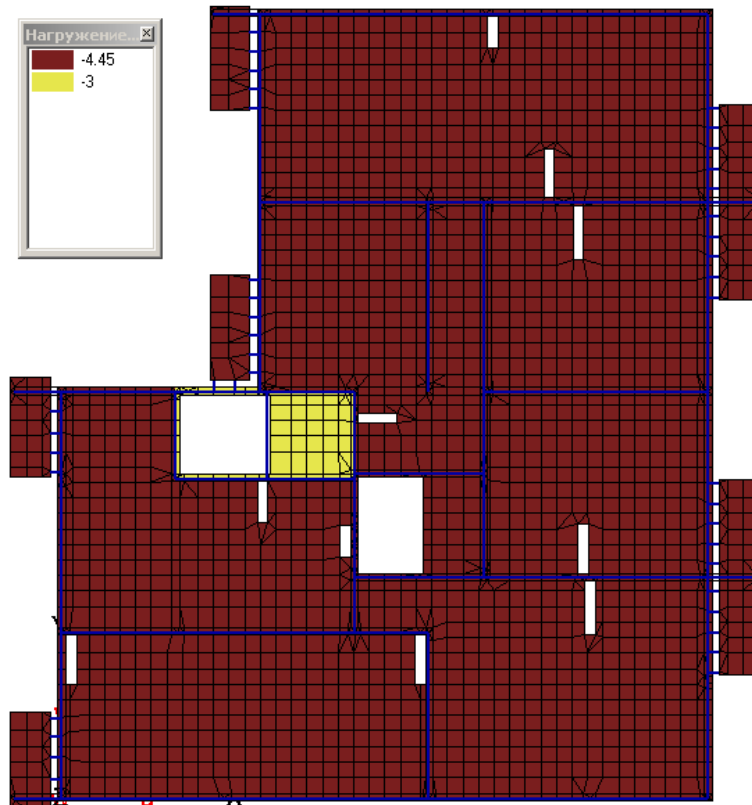
| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

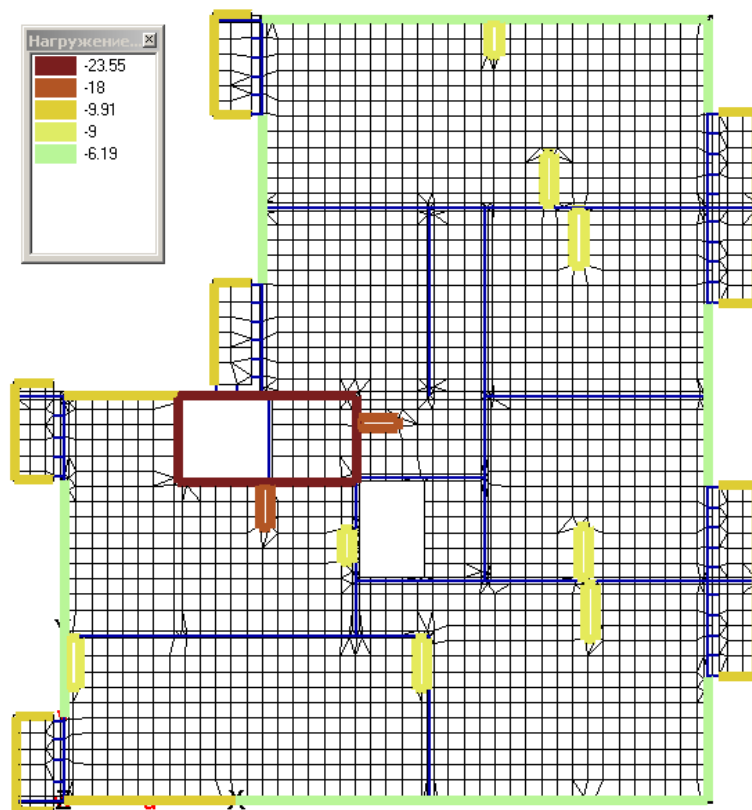
05/08-2019 ПР-РР2

Отм. кровля:

Постоянная вес кровли – 2



Постоянная стены, парапет – 3

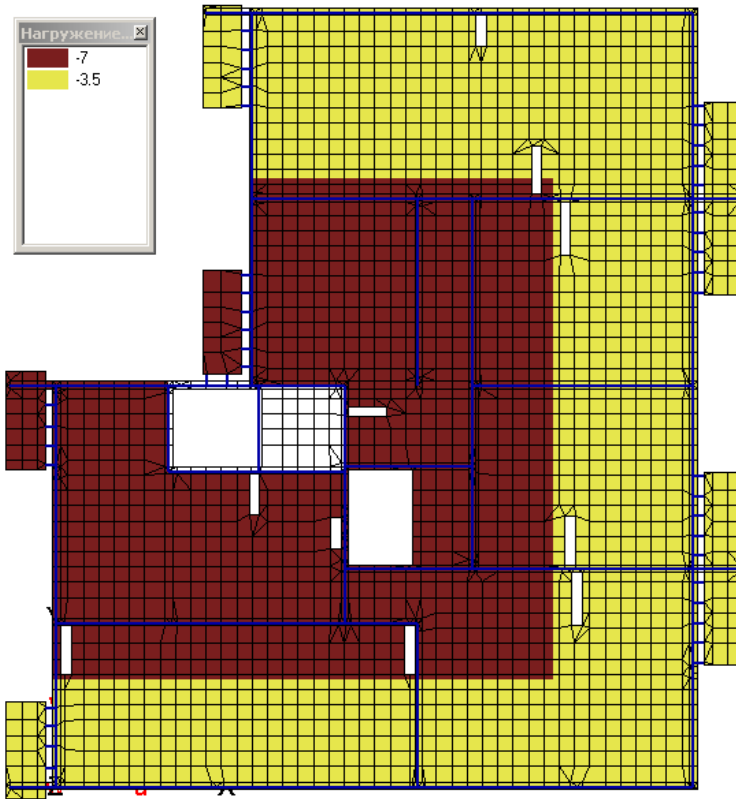


| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Временная снег – 9



| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |

05/08-2019 ПР-РР2

1.6 Сводная таблица нагрузок на здание

| № | Наименование | Коэффициент надежности | Коэффициент длительности |
|----|--|------------------------|--------------------------|
| 1 | Собственный вес | 1.1 | 1 |
| 2 | Полы | 1.2 | 1 |
| 3 | Наружные стены | 1.2 | 1 |
| 4 | Внутренние стены | 1.2 | 1 |
| 5 | Давление грунта | 1.15 | 1 |
| 6 | Временные нагрузки (жилые помещения) | 1.3 | 0.35 |
| 7 | Временные нагрузки (коридоры, лестницы, балконы) | 1.2 | 0.35 |
| 8 | Временные нагрузки (варианты невыгодного расположения) | 1.2 | 0.35 |
| 9 | Временные нагрузки (снег) | 1.4 | 0.7 |
| 10 | Ветер по направлению + X | 1.4 | 0 |
| 11 | Ветер по направлению - X | 1.4 | 0 |
| 12 | Ветер по направлению + Y | 1.4 | 0 |
| 13 | Ветер по направлению + Y | 1.4 | 0 |
| 14 | Ветер по направлению + X (пульсация) | 1.4 | 0 |
| 15 | Ветер по направлению - X (пульсация) | 1.4 | 0 |
| 16 | Ветер по направлению + Y (пульсация) | 1.4 | 0 |
| 17 | Ветер по направлению + Y (пульсация) | 1.4 | 0 |
| 18 | Соседней секции нет | 1.2 | 1 |
| 19 | Соседняя секция есть | 1.2 | 1 |

| | | | | | | | |
|--------------|------|------|---|-------|------|-------------------|----------------|
| Ивв. № подл. | | | | | | Взам. инв. № | |
| | | | | | | | Подпись и дата |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | 05/08-2019 ПР-РР2 | |

1.7 Выводы

В результате расчета каркасного сборно-монолитного железобетонного жилого дома с диафрагмами жесткости (с учетом снеговой и ветровой статической и пульсационной составляющих).установлено:

1. Период собственных колебаний, совпадающих с главными факторами, составляет:
 $T_1=1.784\text{с}$ - вращательное движения вокруг оси Z.
 $T_2=1.543\text{с}$ - поступательное вдоль оси X с вращением вокруг оси Z.
 $T_3=1.466\text{с}$ - поступательное вдоль оси Y с вращением вокруг оси Z.

2. Максимальные горизонтальные перемещения составляют:
 - в поперечном направлении (вдоль оси X):
 Мах: Узел=19210, $U_x=15.9316 \text{ мм} < H_{зд.}/500 = 22.13/500 = 0.04426\text{м}=44.26\text{мм}$.
 - в продольном направлении (вдоль оси Y):
 Мах: Узел=16806, $U_y=18.3657 < H_{зд.}/500 = 22.13/500 = 0.04426\text{м}=44.26\text{мм}$

3. Максимальные осадки фундаментной плиты составляют $37.67 \text{ мм} < [150\text{мм}]$

4. Среднее давление под подошвой фундаментной плиты составляет 140.03кПа , что не $633,0\text{м}^2$

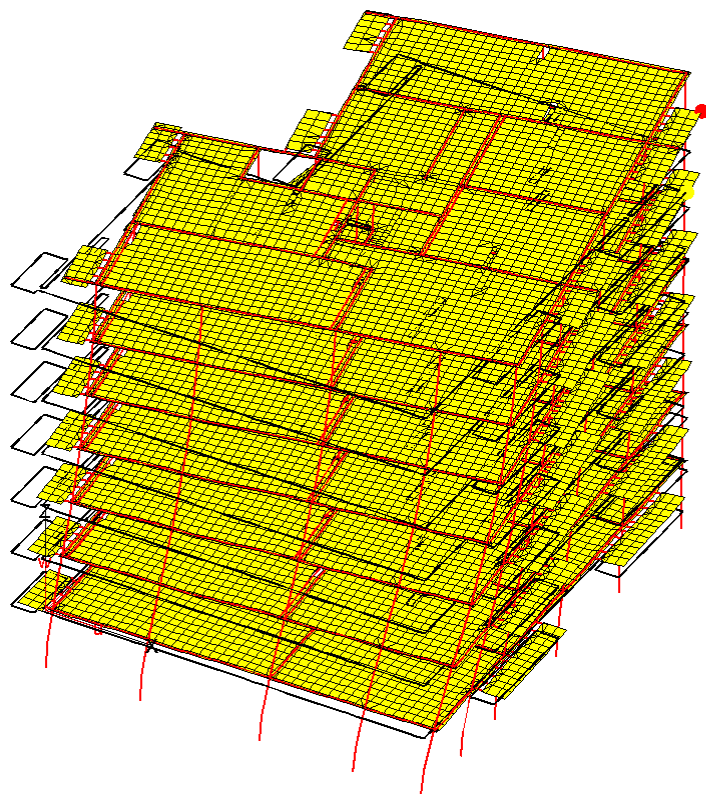
5. Максимальная относительная разность осадок составляет $i = \frac{\Delta s}{L} = 0.0011 < [0.003]$

С учетом анализа результатов выполненного расчета каркасного сборно-монолитного железобетонного дома с диафрагмами жесткости на основное сочетание нагрузок, конструктивная система обладает достаточной жесткостью и устойчивостью и пригодна для безопасной эксплуатации.

| | | | | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|---|-------|------|--|-------------------|------|
| Ивв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | | Лист |
| | | | | | | | 05/08-2019 ПР-РР2 | 37 |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | | | |

2. Результаты динамического, статического расчёта. Деформации и усилия.

2.1 Результаты расчёта на собственные колебания



Управление

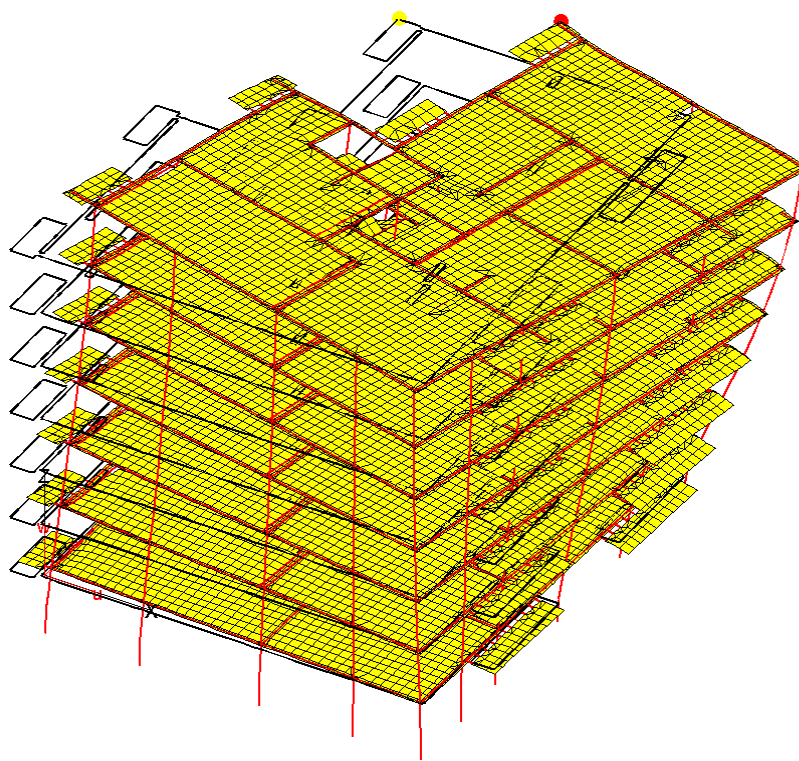
Параметры

| | |
|-----------------|----------|
| Степень свободы | Dsum |
| № формы | 1 |
| Вид | Закраска |
| Масштаб | 200 |

Анимация

№ формы
Номер формы

W = 3.522 рад/с
F = 0.5605 Гц
T = 1.764 с



Управление

Параметры

| | |
|-----------------|----------|
| Степень свободы | Dsum |
| № формы | 2 |
| Вид | Закраска |
| Масштаб | 200 |

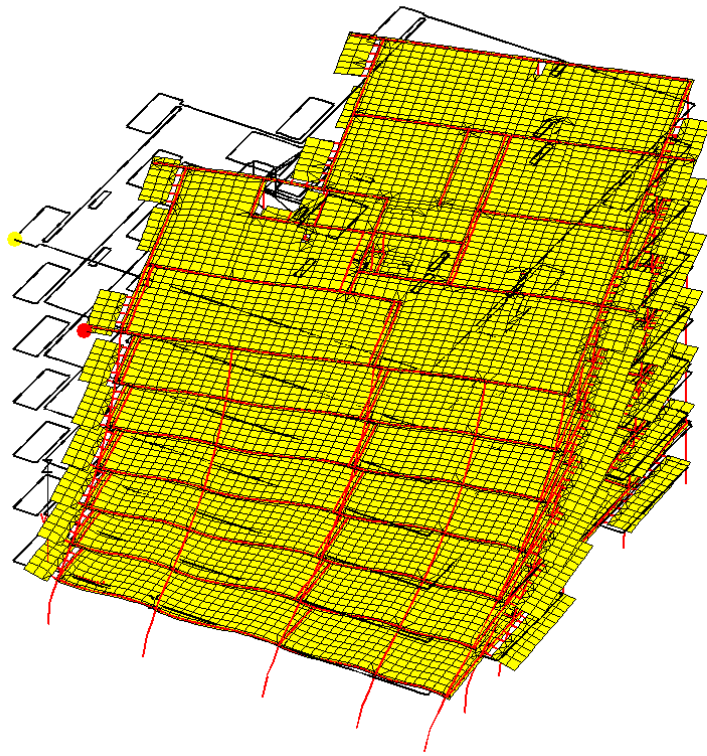
Анимация

№ формы
Номер формы

W = 4.071 рад/с
F = 0.6479 Гц
T = 1.543 с

Инв. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |



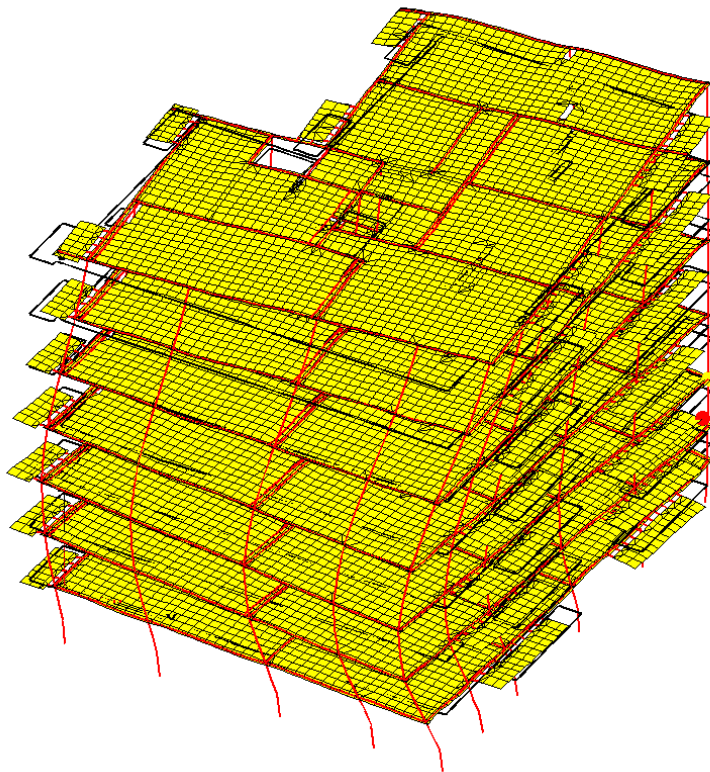
Управление

Параметры

| | |
|-----------------|----------|
| Степень свободы | Dsum |
| № формы | 3 |
| Вид | Закраска |
| Масштаб | 200 |
| Анимация | |

№ формы
Номер формы

W = 4,285 рад/с
f = 0,682 Гц
T = 1,466 с



Управление

Параметры

| | |
|-----------------|----------|
| Степень свободы | Dsum |
| № формы | 4 |
| Вид | Закраска |
| Масштаб | 100 |
| Анимация | |

Масштаб
Масштабный коэффициент для показа пересечений

W = 10,66 рад/с
f = 1,697 Гц
T = 0,5894 с

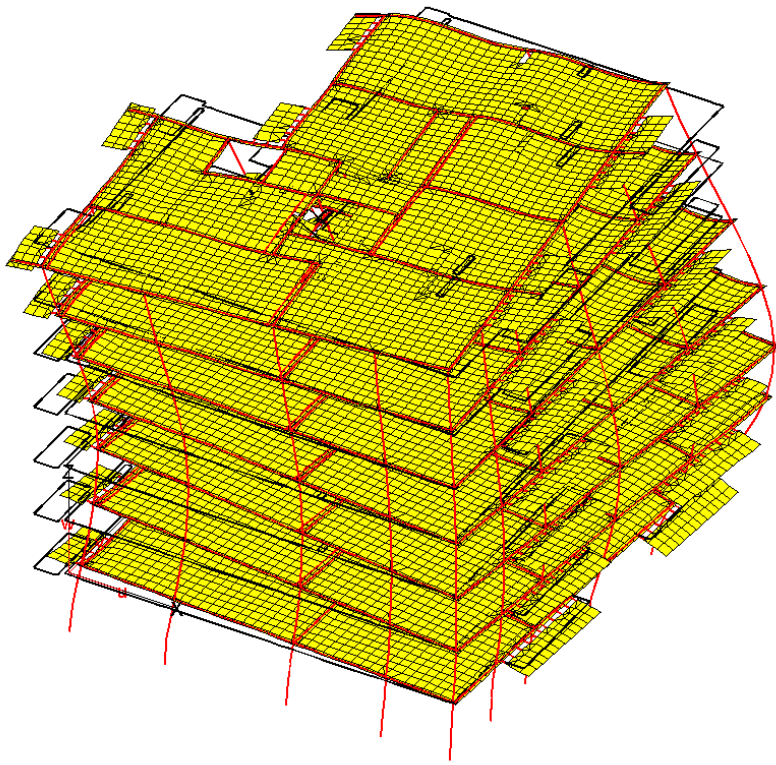
| | |
|----------------|--------------|
| Ивв. № подл. | Взам. инв. № |
| Подпись и дата | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

39



Управление

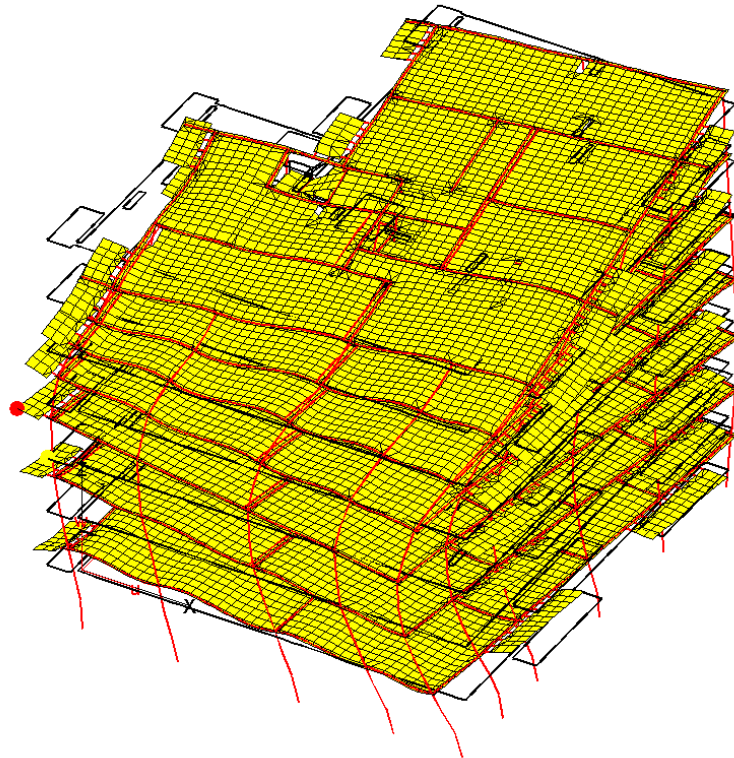
Параметры

| | |
|-----------------|----------|
| Степень свободы | Dsum |
| № формы | 5 |
| Вид | Закраска |
| Масштаб | 100 |

Анимация

№ формы
Номер формы

W = 12.29 рад/с
f = 1.956 Гц
T = 0.5111 с



Управление

Параметры

| | |
|-----------------|----------|
| Степень свободы | Dsum |
| № формы | 6 |
| Вид | Закраска |
| Масштаб | 100 |

Анимация

№ формы
Номер формы

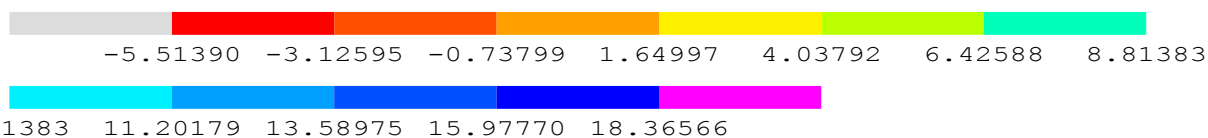
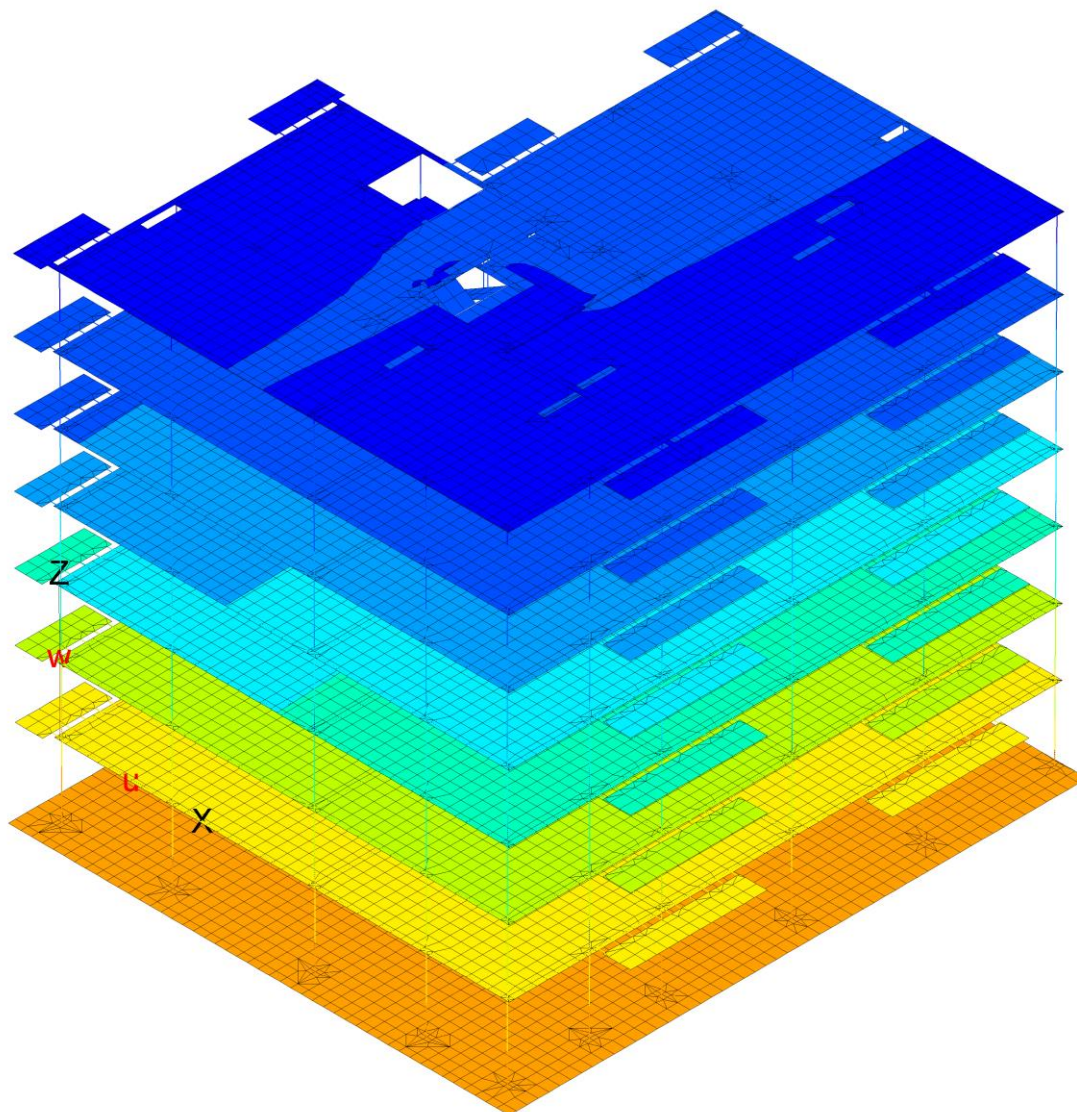
W = 12.97 рад/с
f = 2.064 Гц
T = 0.4846 с

Инв. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

2.2 Деформации каркаса



Мах: Узел=16806, Uy=18.3657 мм Min: Узел=1815, Uy=-5.5139 мм
 Комбинация - ветер +Y

Взам. инв. №

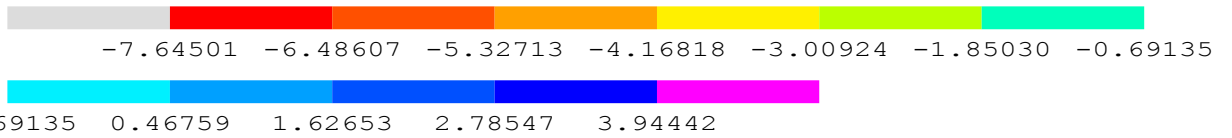
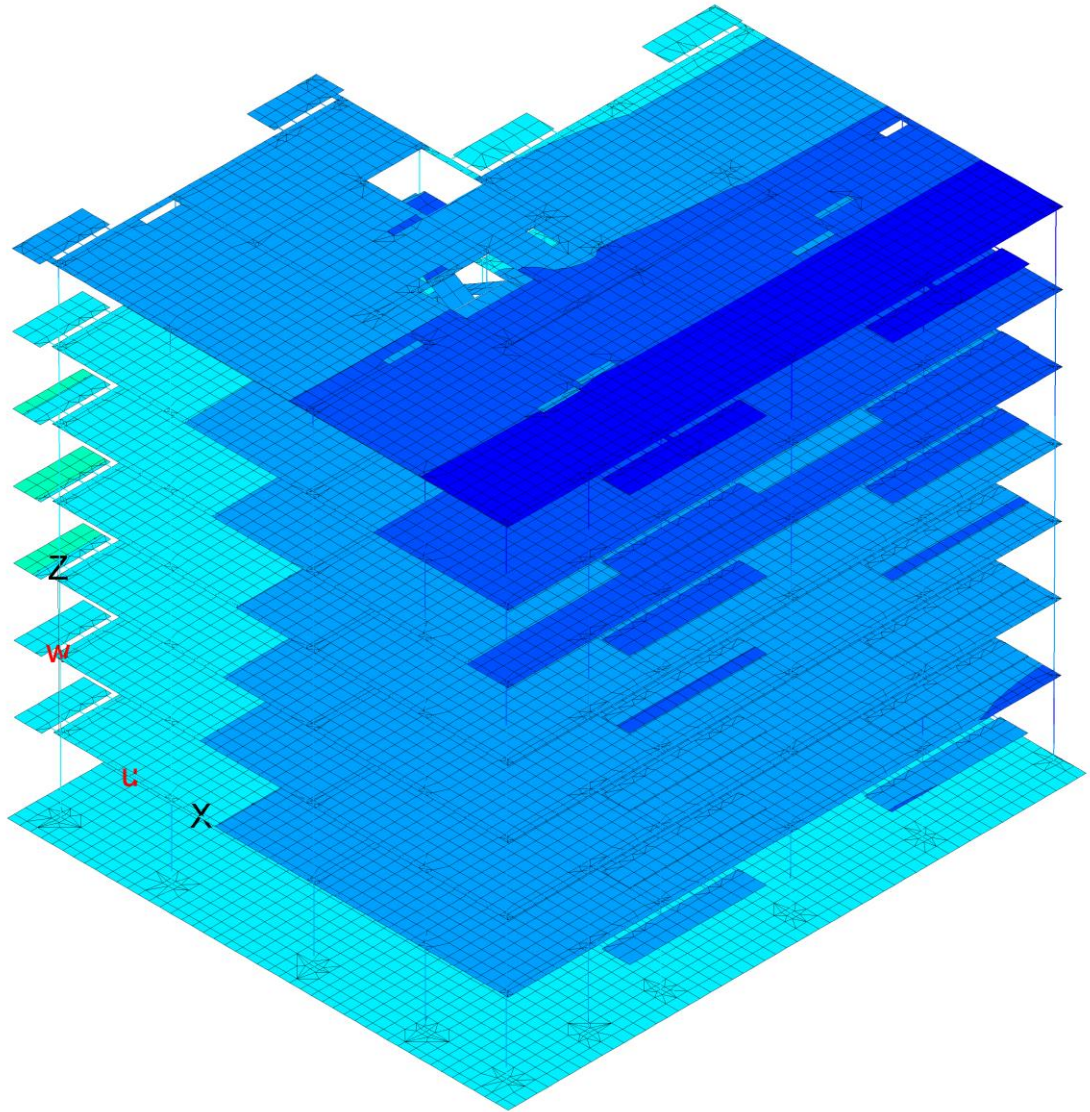
Подпись и дата

Инв. № подл.

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист
41

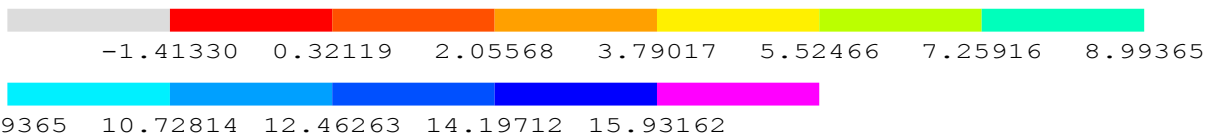
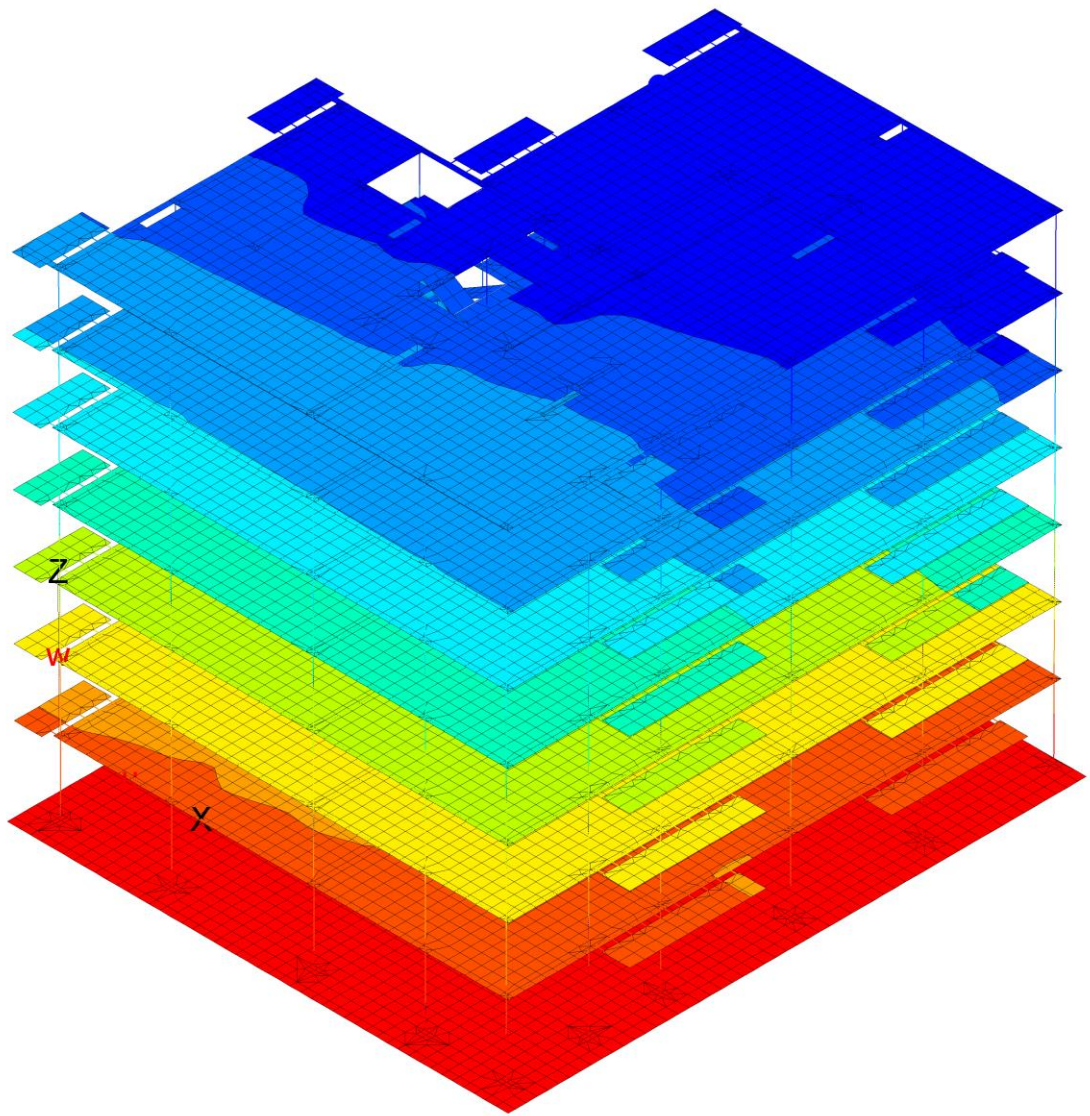


Мах: Узел=1877, Uy=3.94442 мм Min: Узел=100, Uy=-7.64501 мм
 Комбинация - ветер -Y

| | |
|--------------|----------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| | Подпись и дата |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

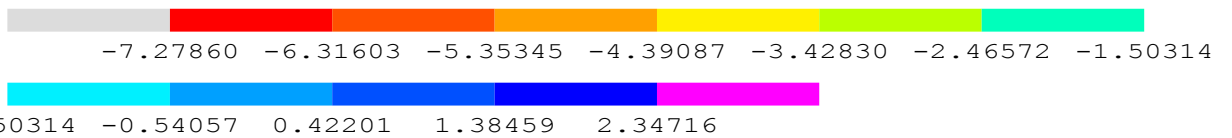
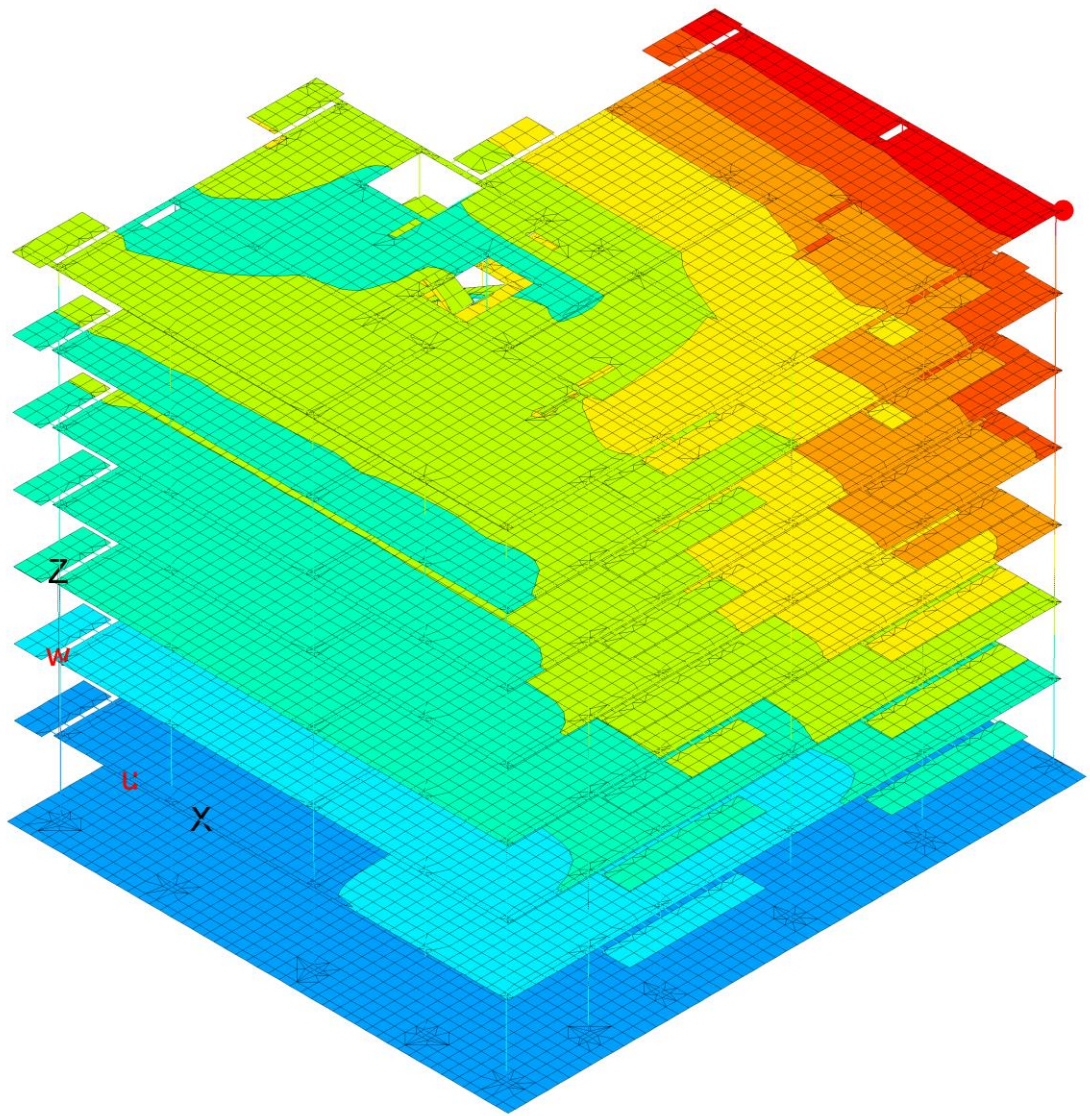


Мах: Узел=19210, $U_x=15.9316$ мм Min: Узел=1822, $U_x=-1.4133$ мм
 Комбинация - ветер +X

| | |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| Изм. | Кол. |
| Лист | № |
| Подп. | Дата |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2



Мах:Узел=21302, $U_x=2.34716$ мм Min:Узел=19584, $U_x=-7.2786$ мм
 Комбинация - ветер -X

Вывод:

Мах деформация составила 18.3657мм (ветер вдоль ось -Y), что меньше предельно допустимого

$$\text{Нзд./500} = 22.13/500 = 0.04426\text{м} = 44.26\text{мм.}$$

Жесткостные характеристики материалов принимаются при непродолжительном действии нагрузок.

| | | |
|---------------|----------------|--------------|
| Инва. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|---------------|----------------|--------------|

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

2.3 Усилия на обресе стыка сборных колонн и фундаментов

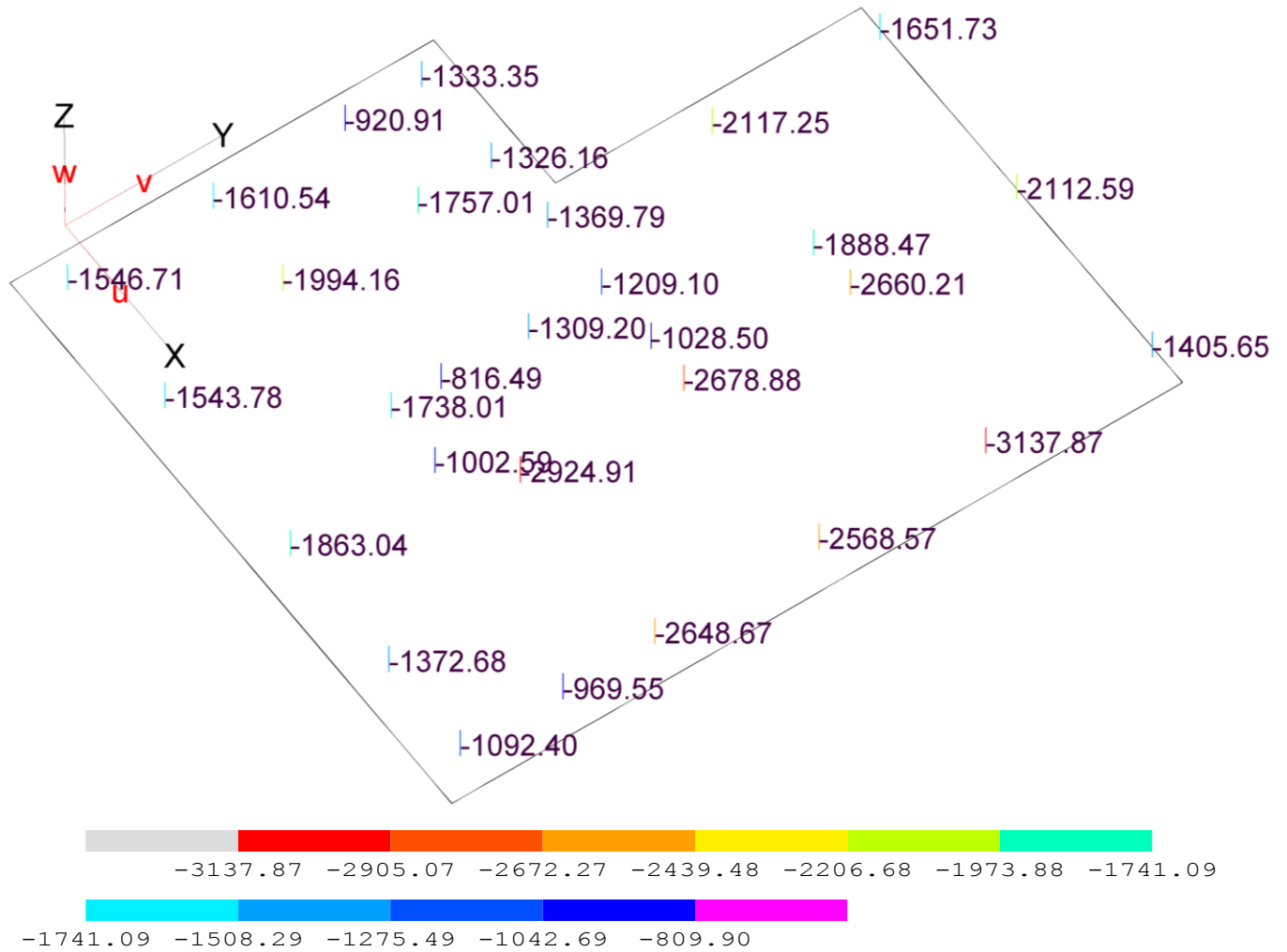
Min-Max наложение

в локальных осях координат:

Ось t – направлена вдоль длиной стороны колонны;

Ось s – направлена вдоль узкой стороны колоны.

Продольная сила N, кН



Max N=-576.663 кН (Elem N 33174), Min N=-3137.87 кН (Elem N 33211)

MinMax наложение(комбинации)

| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

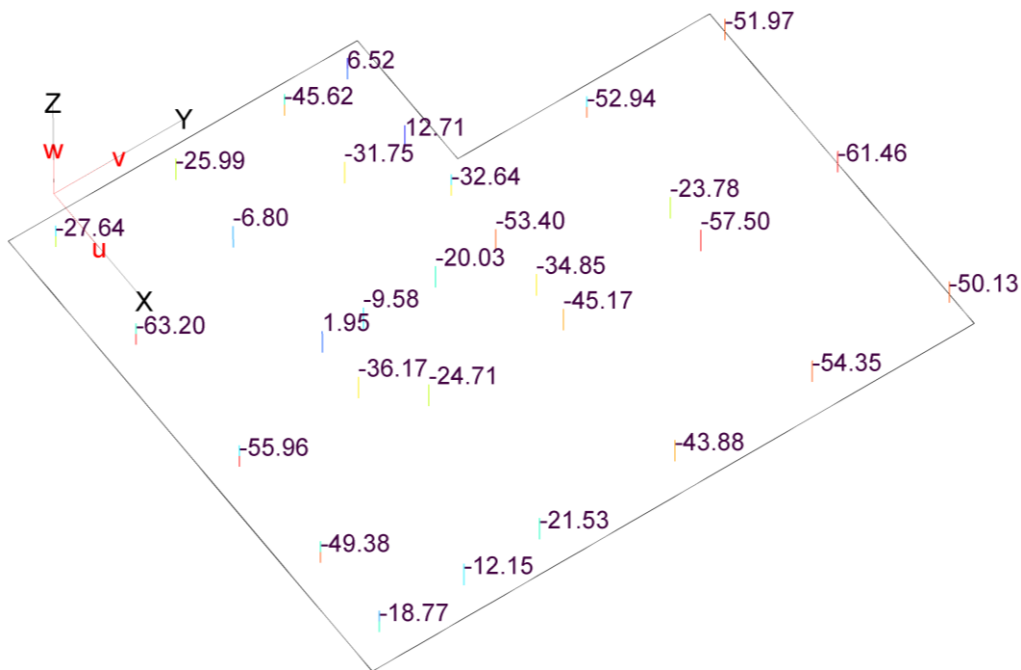
| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

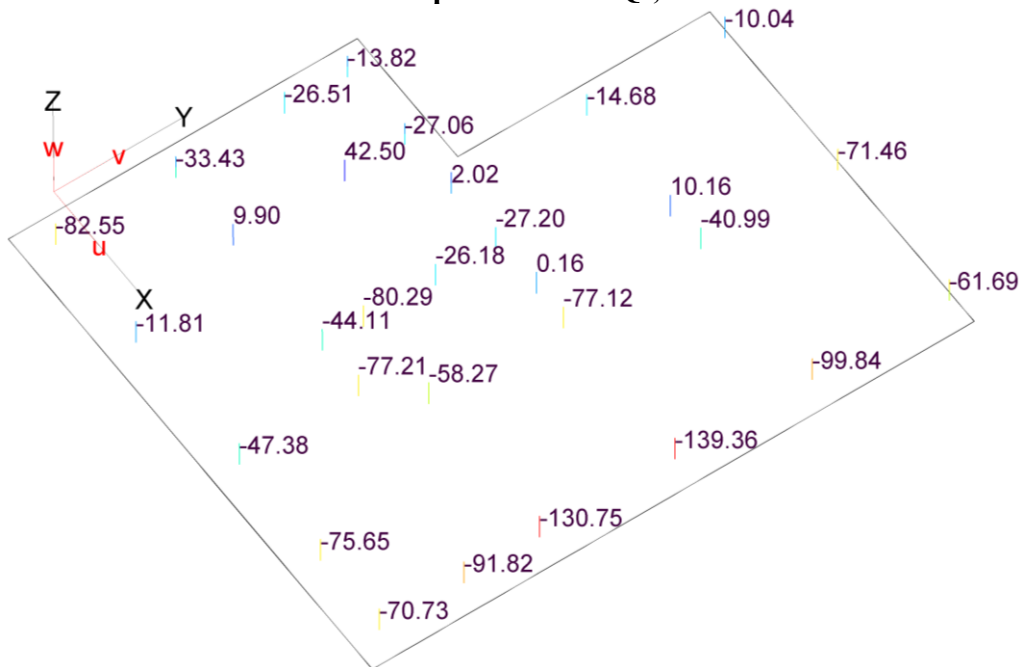
45

Поперечная сила Qs, кН



Max $Q_s=64.8865$ кН (Elem N 33181), Min $Q_s=-63.2031$ кН (Elem N 33191)
 MinMax наложение(комбинации)

Поперечная сила Qt, кН



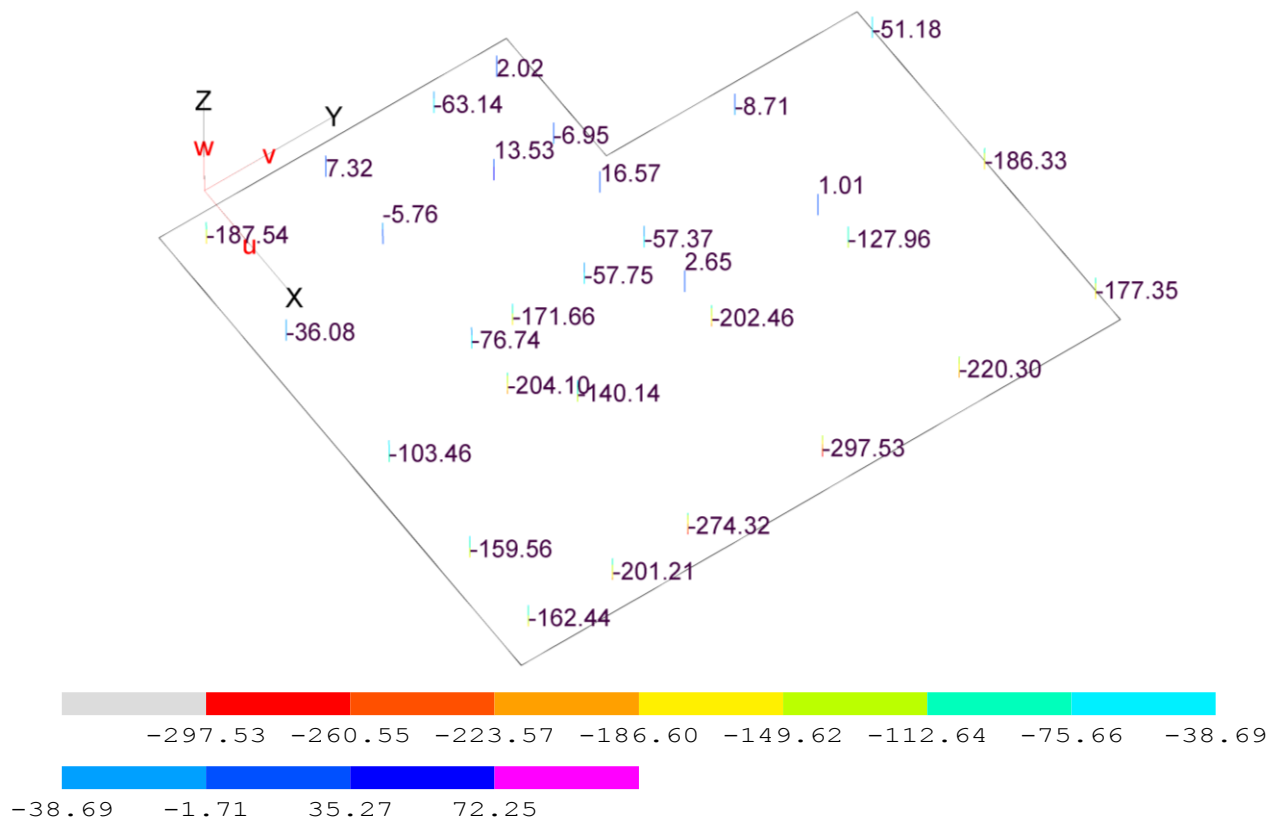
Max $Q_t=112.7$ кН (Elem N 33202), Min $Q_t=-139.357$ кН (Elem N 33209)
 MinMax наложение(комбинации)

| | |
|--------------|----------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| | Подпись и дата |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
|------|------|------|---|-------|------|

05/08-2019 ПР-РР2

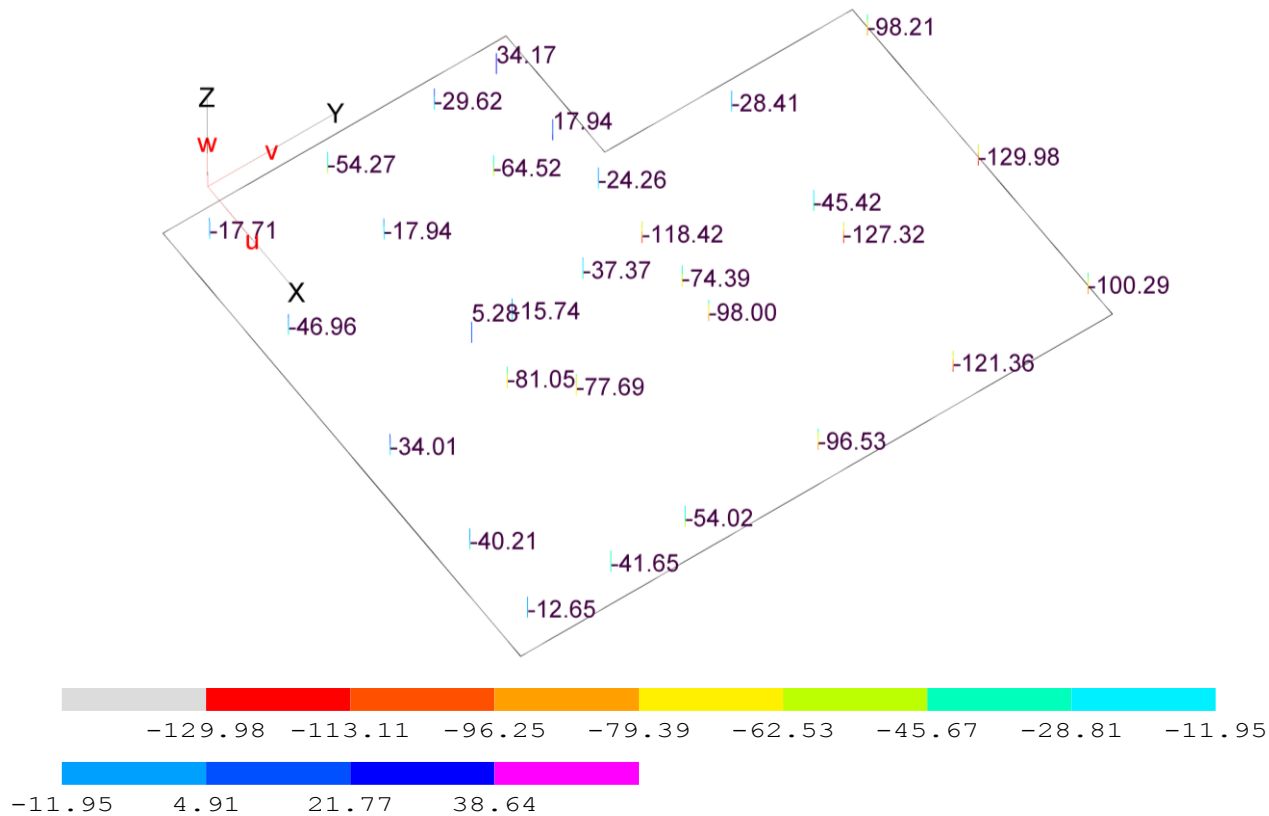
Изгибающий момент Ms, кН*м



Max Ms=241.739 кНм (Elem N 33202), Min Ms=-297.53 кНм (Elem N 33209)

MinMax наложение(комбинации)

Изгибающий момент Mt, кН*м



Max Mt=148.345 кНм (Elem N 33181), Min Mt=-129.976 кНм (Elem N 33215)

MinMax наложение(комбинации)

| | |
|--------------|----------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| | Подпись и дата |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

3. Конструктивный расчёт элементов каркаса

3.1 Расчёт монолитной фундаментной плиты

3.1.1 Исходные данные

Данные для расчёта фундамента:

- Материал – бетон класса В25 ГОСТ 26633-91*
- Модуль упругости $E_b^0 = 3.00 \times 10^7$ кПа
- Коэффициент Пуассона $\mu=0.2$
- Толщина плиты 600 мм
- Нормативный объёмный вес бетона $\gamma_0^H = 2500$ кг/м³
- Арматура:
 - рабочая класса А500С ГОСТ Р 52544-2006
 - распределительная класса А-400 ГОСТ Р 52544-2006
 - модуль упругости $E_s = 2 \times 10^8$ кН/м²;

3.1.2 Пояснения к расчёту

Оболочка:

Sr – мембранное напряжение в "r"-направлении, (кН/м²);

Ss – мембранное напряжение в "s"-направлении, (кН/м²);

Srs – мембранное сдвиговое напряжение, (кН/м²);

Mr – изгибающий момент Mr (создает напряжения в "r"- направлении),(кНм/м);

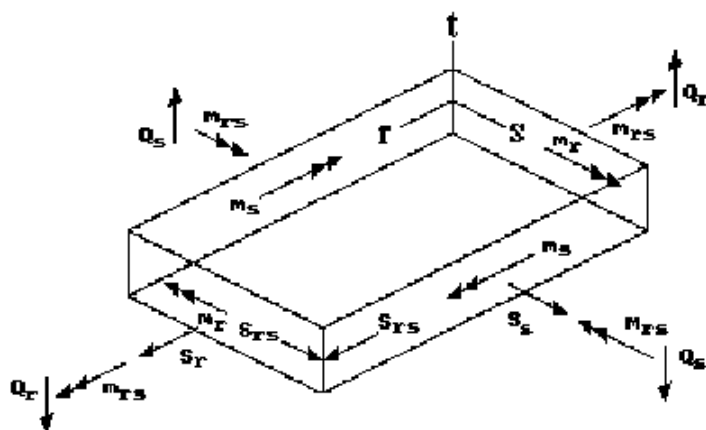
Ms – изгибающий момент Ms (создает напряжения в "s"- направлении),(кНм/м);

Mrs – крутящий момент(кНм/м);

Qr – поперечная сила на площадке, перпендикулярной оси "r" ,(кН/м);

Qs – поперечная сила на площадке, перпендикулярной оси "s",(кН/м).

Усилия в оболочках



1. Усилия выводятся в локальной системе координат t-r-s. Положительные значения Sr и Ss соответствуют растяжению, отрицательные – сжатию. Положительный момент Mr вызывает на нижней стороне оболочки растягивающие усилия в направлении оси r. Положительный момент Ms вызывает на нижней стороне оболочки растягивающие усилия в направлении оси s. Нижняя сторона оболочки находится по отрицательному направлению оси t.

2. Для получения наглядных результатов необходимо, чтобы все элементы одной поверхности имели одинаковое направление нормали (оси t). Конечно-элементная сетка, созданная модулем генерации автоматически и имеющая самоопределяющуюся систему координат, удовлетворяет этому требованию.

Направление локальных осей -

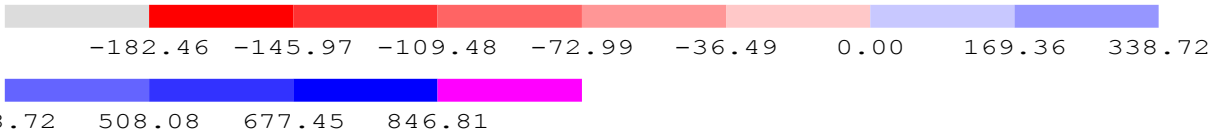
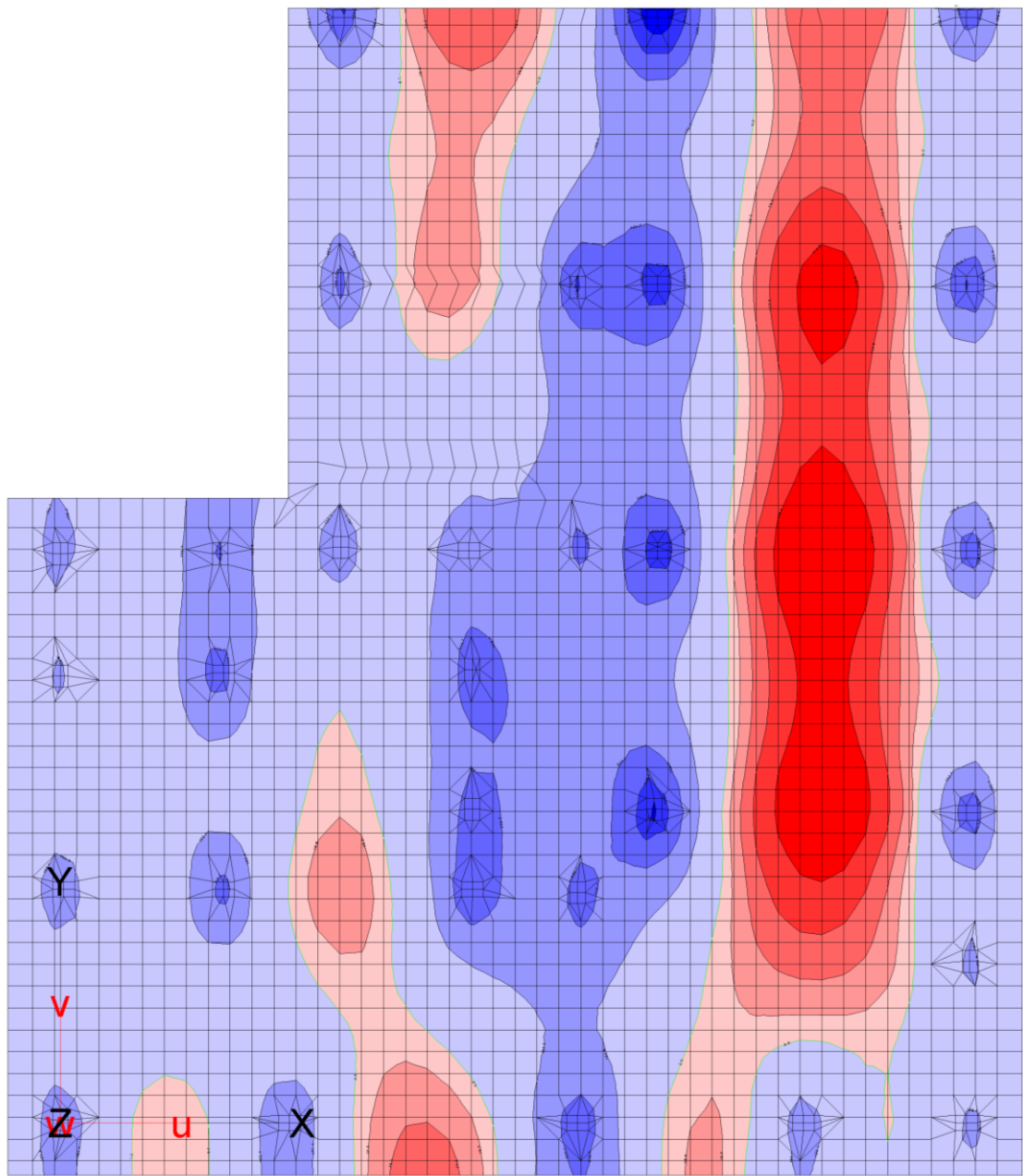


| | | |
|-------------|----------------|--------------|
| Ив. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

3.1.3 Усилия в монолитной фундаментной плите (эпюры)

Эпюры моментов - M_r , M_s ; поперечных сил - Q_1 .

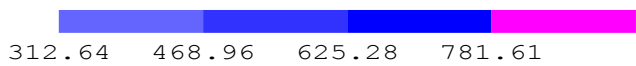
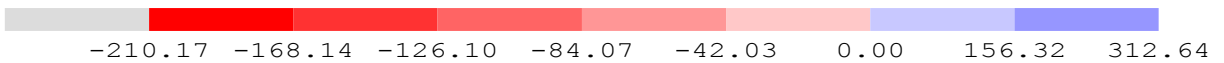
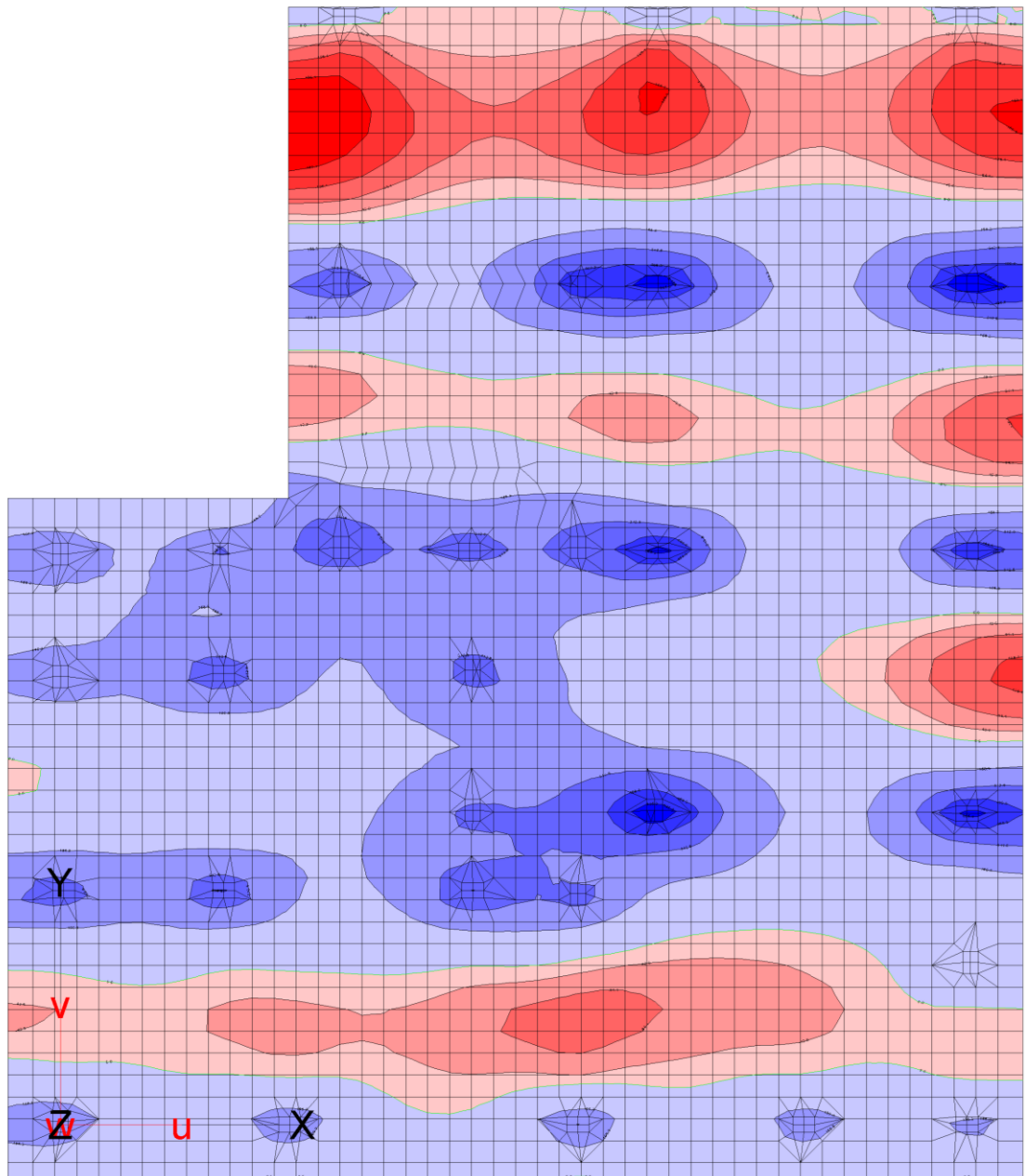


Min M_r = -182.465 кНм/м, Max M_r = 846.807 кНм/м
 MinMax наложение(комбинации)

| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

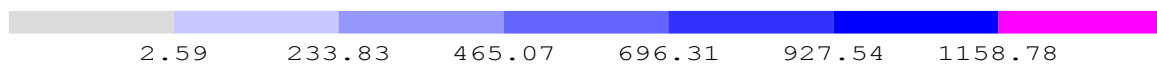
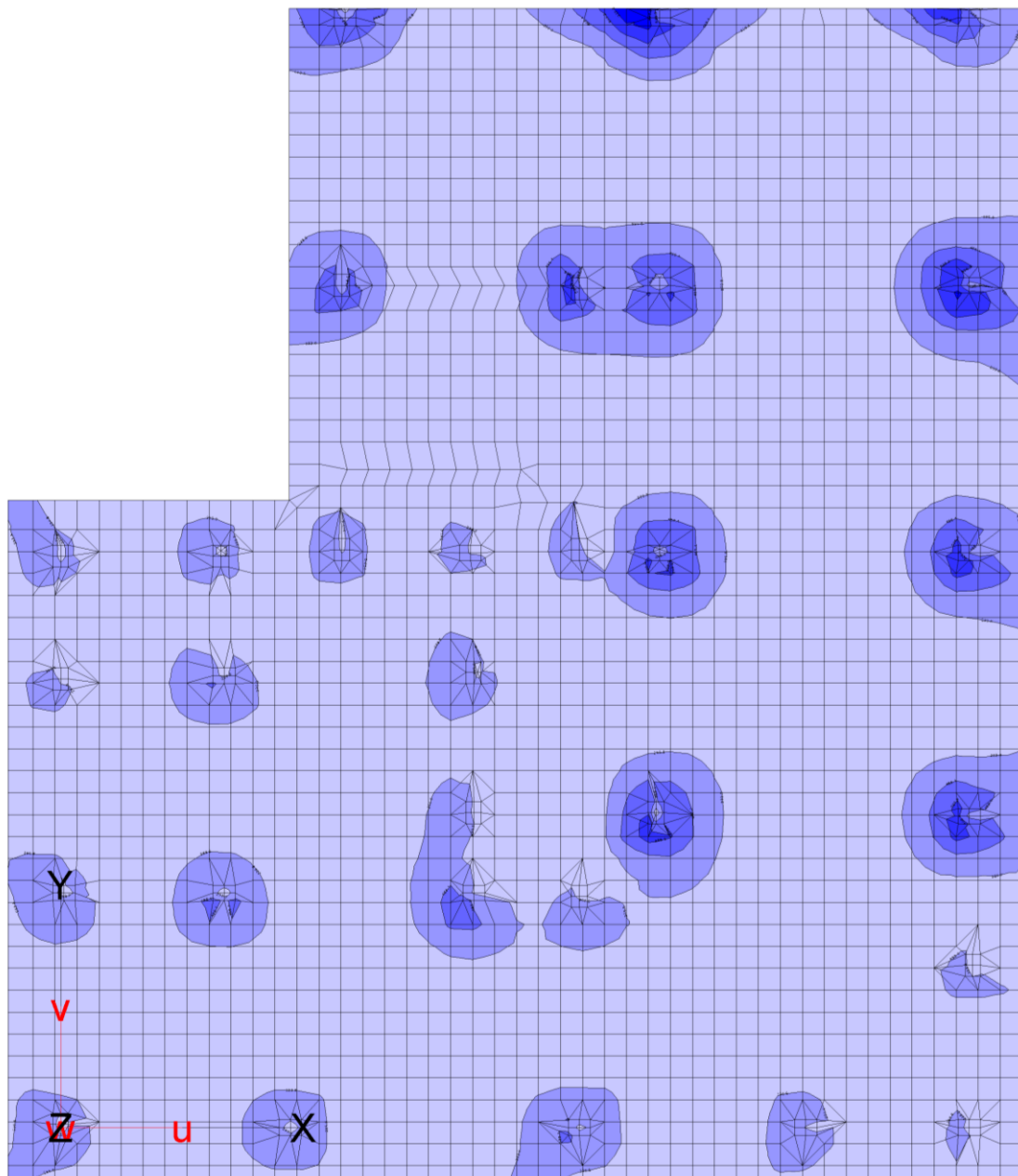


Min Ms = -210.173 кНм/м, Max Ms = 781.605 кНм/м
 MinMax наложение(комбинации)

| | |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| Изм. | Кол. |
| Лист | № |
| Подп. | Дата |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2



Min Q1 = 2.59019 кН/м, Max Q1 = 1158.78 кН/м
 MinMax наложение(комбинации)

| | |
|---------------|--------------|
| Инва. № подл. | Взам. инв. № |
| Изм. | Кол. |
| Лист | № |
| Подп. | Дата |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

3.1.4 Теоретическое армирование монолитной фундаментной плиты.

Продольная арматура определяется для прямоугольного сечения, ширина которого равна $1m$, а высота - толщине плиты или оболочки. Рассматриваются два сечения – перпендикулярное оси r (или x) и перпендикулярное оси s (или y). Для каждого из сечений по имеющимся силовым факторам $S_r, S_s, S_{rs}, M_r, M_s, M_{rs}$ рассчитываются приведенные N, M .

Возможно определение теоретической арматуры либо только по условиям прочности, либо по условиям прочности и трещиностойкости.

Для арматуры в оболочках:

As_{ro} [cm^2/m] продольная арматура по локальной оси “ r ” (глоб. x) сверху

As_{ru} [cm^2/m] продольная арматура по локальной оси “ r ”(глоб. x) снизу

As_{so} [cm^2/m] продольная арматура по локальной оси “ s ”(глоб. y) сверху

As_{su} [cm^2/m] продольная арматура по локальной оси “ s ”(глоб. y) снизу

Расчет арматуры проводился по прочности и трещиностойкости

Расчет проводился по СП 63.13330.2012

Характеристики материала:

Тип бетона - тяжелый

Класс бетона – В25

Класс продольной арматуры – А500С

Класс поперечной арматуры – А500С

Влажность - 40 - 75%

Диаграмма - двухлинейная

Кэф. условий работы бетона $G_b(\text{без } G_{b1}) = 0.90$ $M_{krb} = 1.00$

Толщина защитного слоя (см):

сверху (по оси r) = 7.7 сверху (по оси s) = 5.2

снизу (по оси r) = 5.6 снизу (по оси s) = 8.8

Параметры для расчета по второму предельному состоянию:

Тип расчета - из условия обеспечения сохранности арматуры

Максимальные диаметры арматуры

по оси $r(x)$: для верхней - 25, для нижней - 32;

по оси $s(y)$: для верхней - 25, для нижней - 32;

для поперечной: 14.

As_{ro} - теоретическое верхнее армирование плиты перекрытия по оси “ r ” [cm^2/m]

As_{ru} - теоретическое верхнее армирование плиты перекрытия по оси “ s ” [cm^2/m]

As_{so} - теоретическое нижнее армирование плиты перекрытия по оси “ r ” [cm^2/m]

As_{su} - теоретическое нижнее армирование плиты перекрытия по оси “ s ” [cm^2/m]

Направление локальных осей -



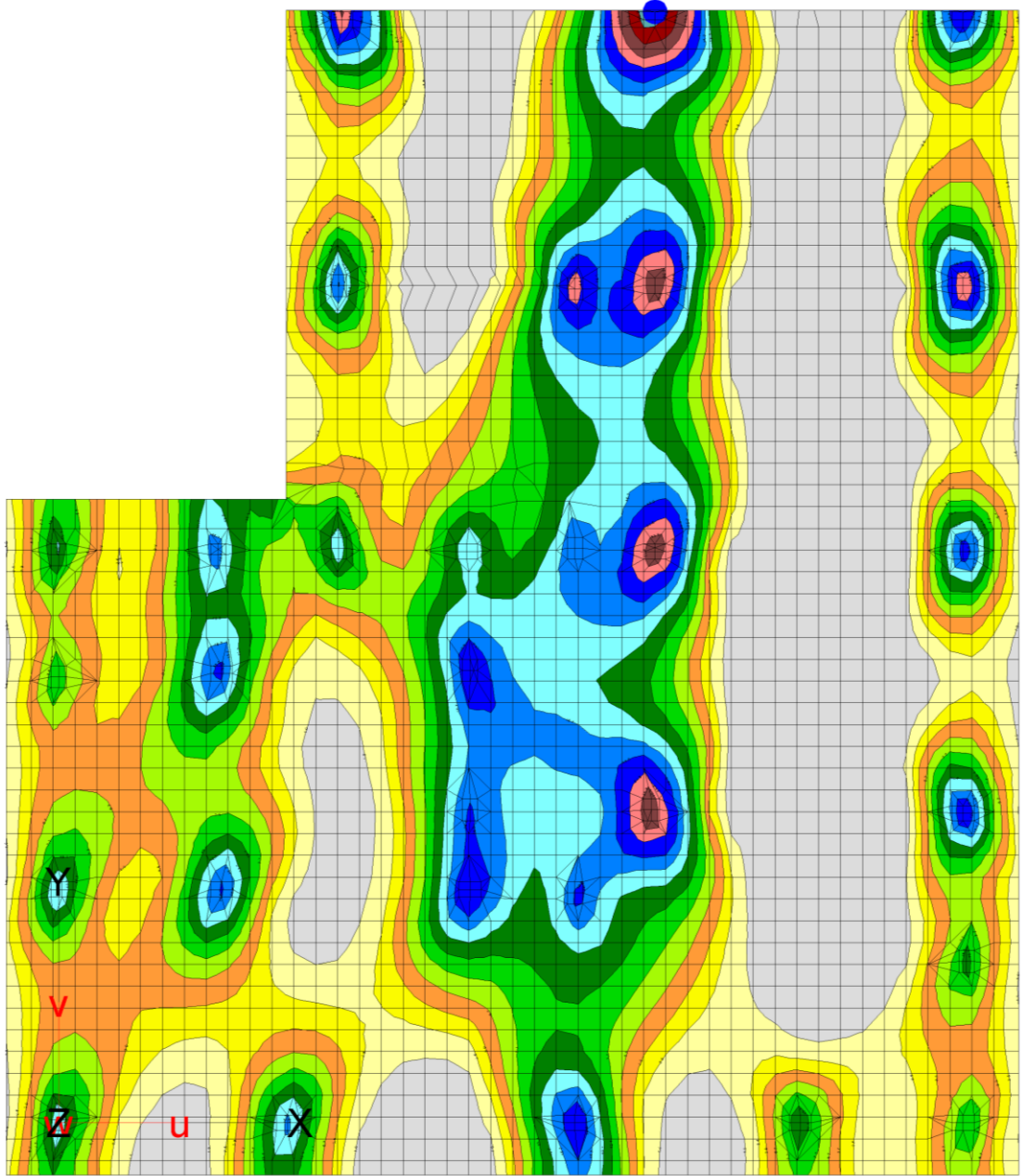
| | | |
|-------------|----------------|--------------|
| Ив. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

52



[d, <<] 5 8 10 12 14 16 18 20 22 25 28 32 36 28
 [h, <<] 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 100
 [d, <<] 28 32 36
 [h, <<] 100 100 100

Max $As_{ru} = 58.78 \text{ см}^2/\text{м}$ (узел 26474)

Взам. инв. №

Подпись и дата

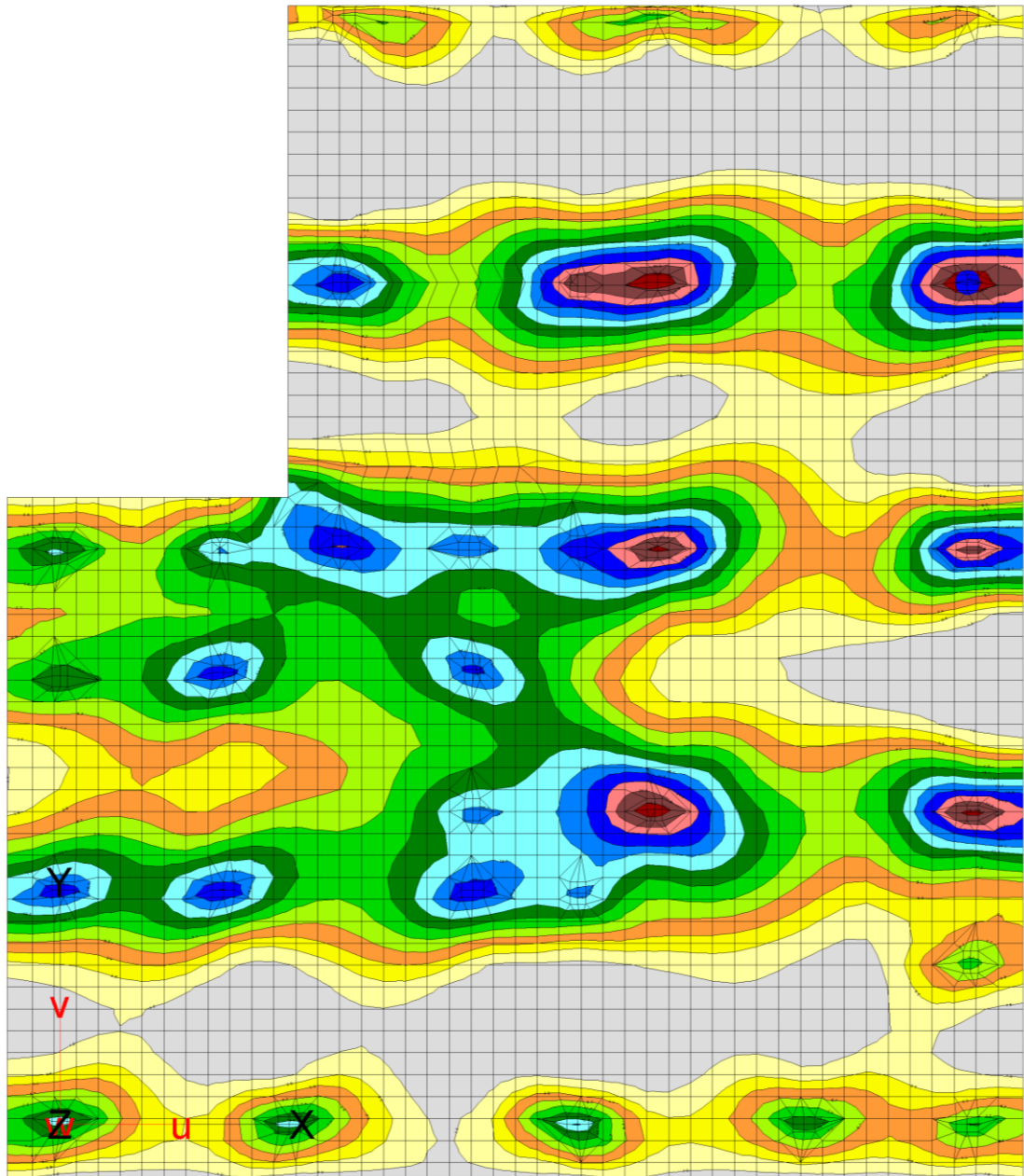
Инв. № подл.

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

53



[d, <<] 5 8 10 12 14 16 18 20 22 25 28 32 36 28
 [h, <<] 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 100
 [d, <<] 28 32 36
 [h, <<] 100 100 100

Max Assu = 54.20 см²/м (узел 21382)

Взам. инв. №

Подпись и дата

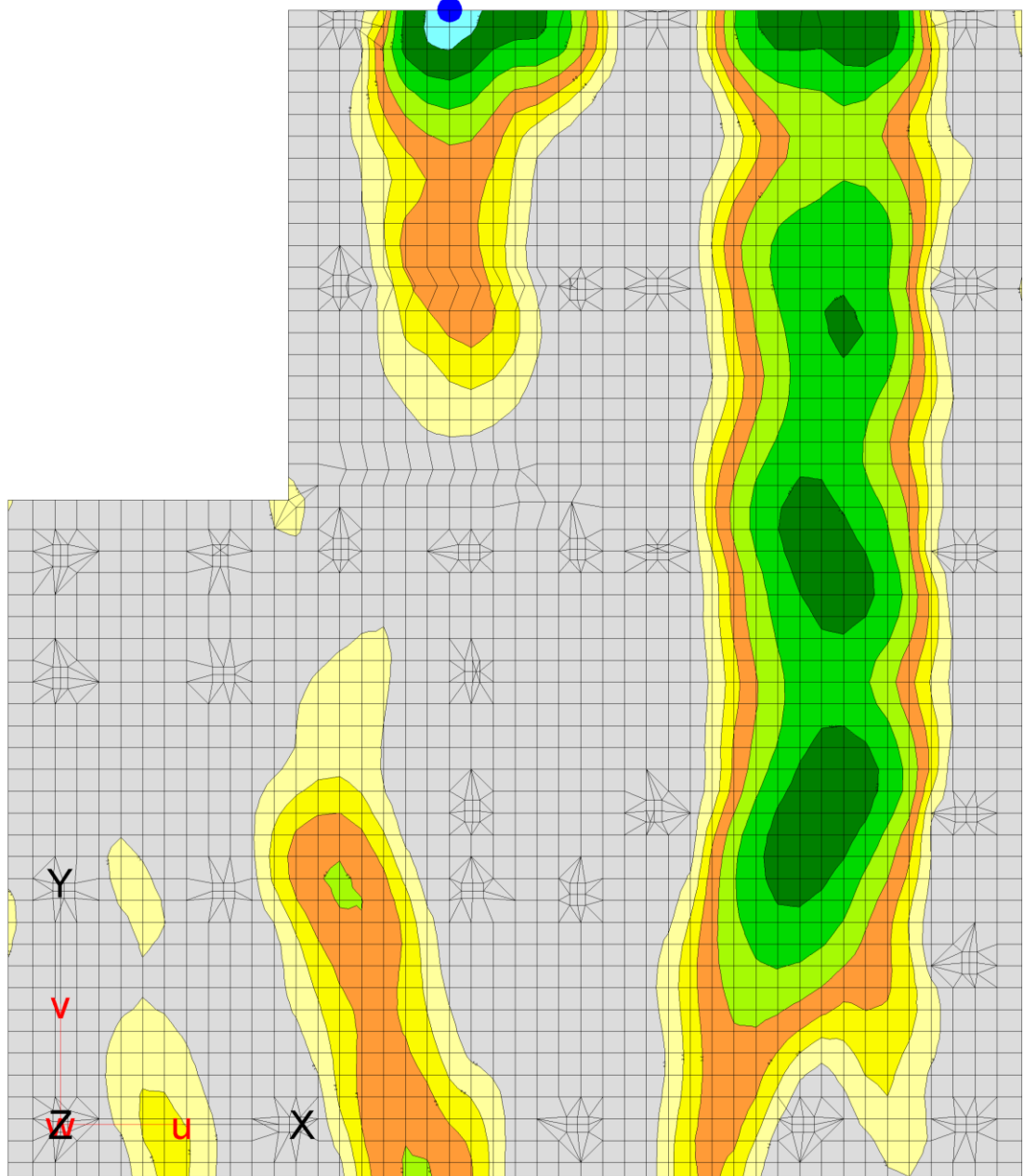
Инв. № подл.

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

54



[d, <<] 5 8 10 12 14 16 18 20 22 25 28 32 36 28
 [h, <<] 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 100
 [d, <<] 28 32 36
 [h, <<] 100 100 100

Max $A_{sro} = 13.67 \text{ см}^2/\text{м}$ (узел 21463)

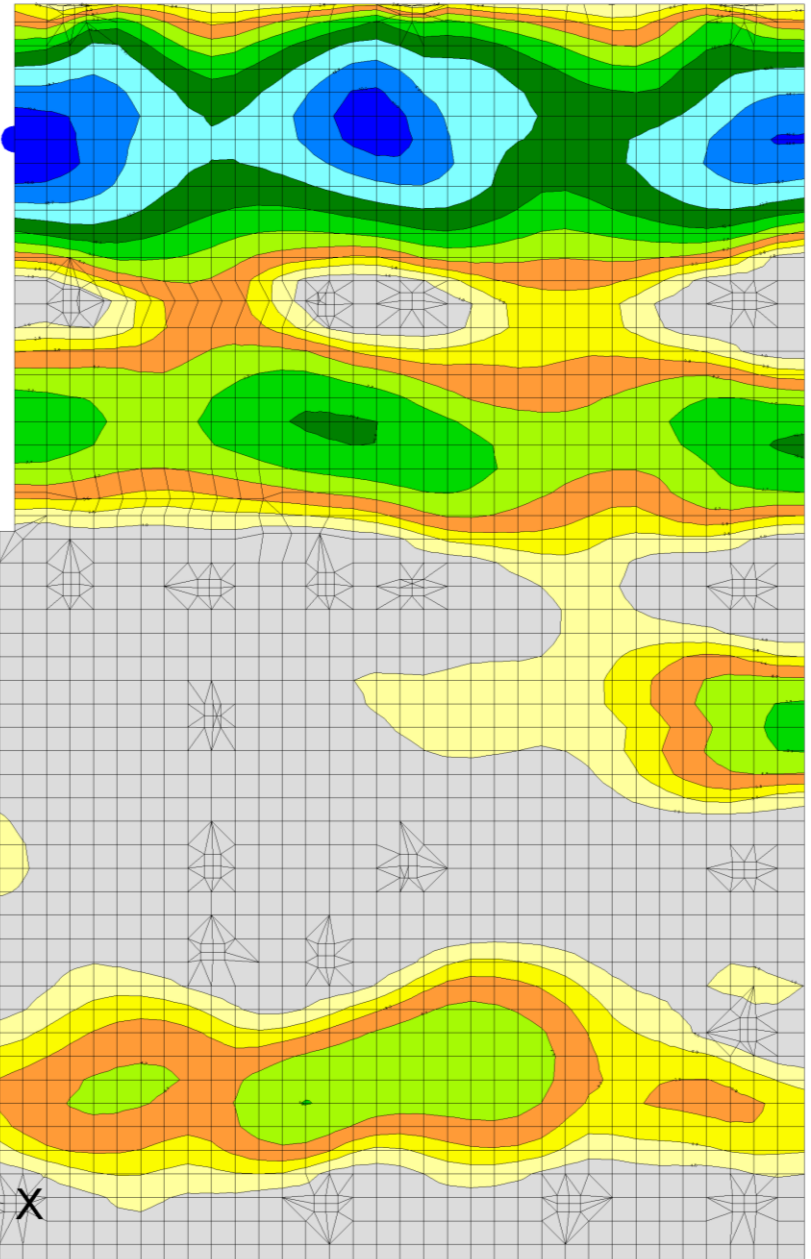
| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

55



[d, <<] 5 8 10 12 14 16 18 20 22 25 28 32 36 28
 [h, <<] 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 100
 [d, <<] 28 32 36
 [h, <<] 100 100 100

Max Asso = 22.04 см²/м (узел 26259)

| | |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| Изм. | Кол. |
| Лист | № |
| Подп. | Дата |

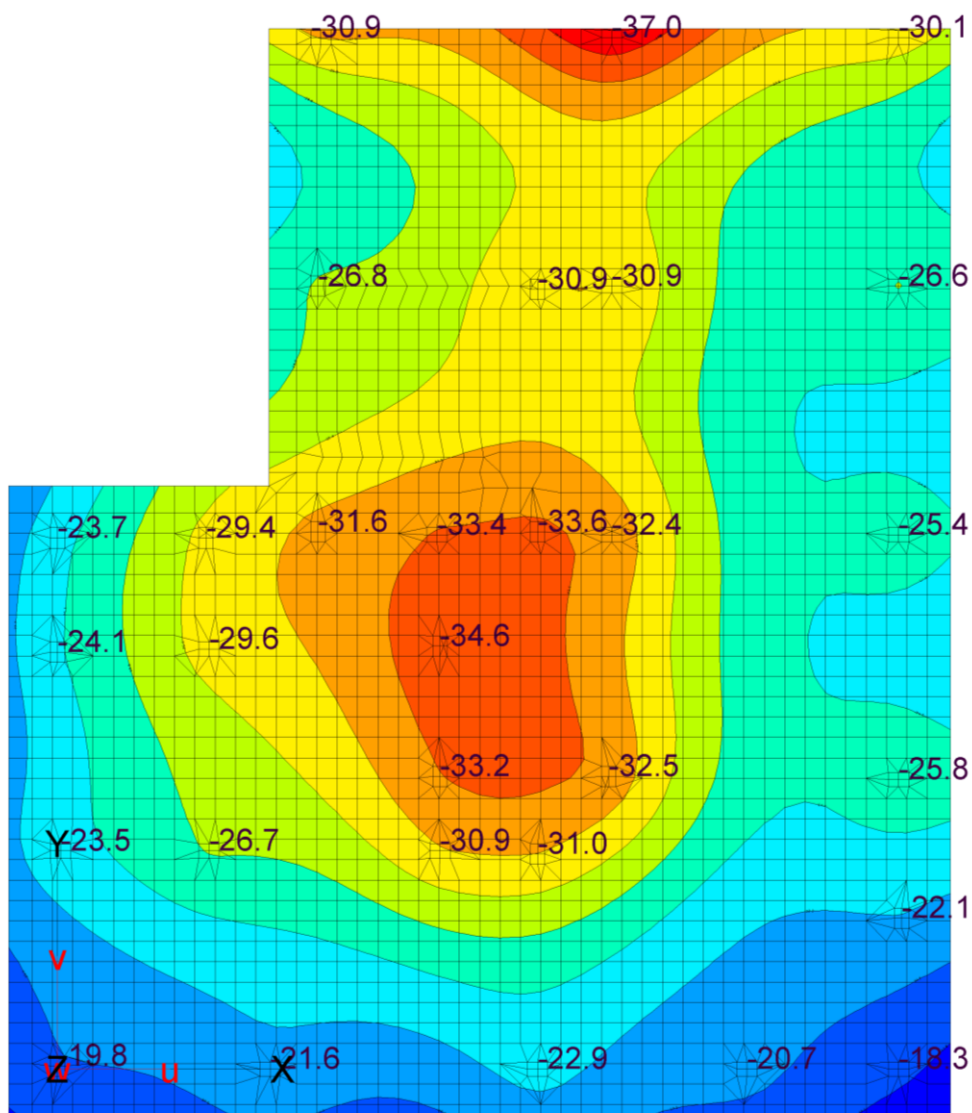
Подпись и дата

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

56

3.1.5 Деформации монолитной фундаментной плиты.



Мах:Узел=24178, Uz=-15.5392 мм Min:Узел=21488, Uz=-37.67 мм
Комбинация - Нормативные длительные нагрузки.

Вывод:

Мах. деформация = 37.67 мм, что меньше предельно допустимого значения [150мм] по приложению Г, СП 22.13330.2016.

Максимальная относительная разность осадок составляет:

$$i = \frac{\Delta s}{L} = \frac{0.0370 - 0.0266}{9.32} = 0.0011 < [0.003],$$

меньше предельно допустимой, по СП 22.13330.2016 (Приложение Г).

Следовательно максимальные деформации и разности осадок в фундаменте не превышают предельно допустимых.

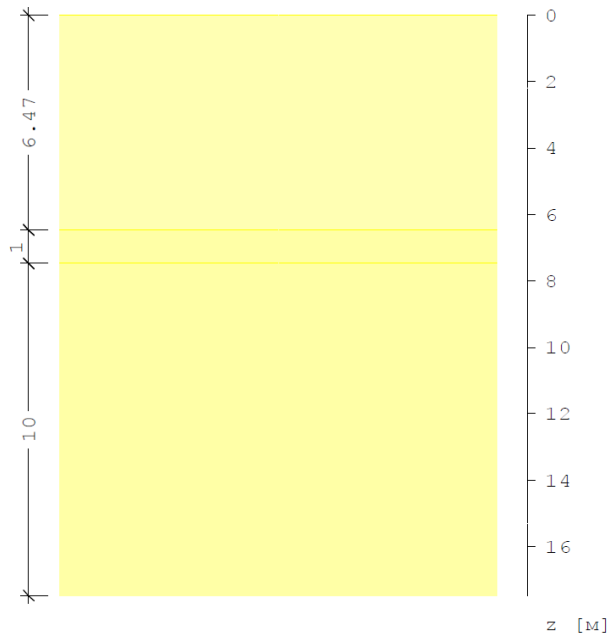
| | | |
|-------------|----------------|--------------|
| Ив. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

3.1.6 Расчёт несущей способности основания.

Схема геологического разреза



Нагрузка

$N = 82413$ кН
 $M_x = 6655$ кНм
 $M_y = 10285$ кНм

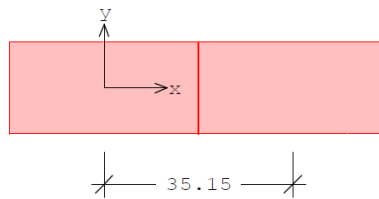
Нагрузка на поверхности земли $q = 10.0$ кПа

Расчет

согласно СП 22.13330.2011

Соседний фундамент

| l_x [м] | l_y [м] | x [м] | y [м] | N [кН] |
|--------------|--------------|------------|------------|-------------|
| 35.13 | 16.75 | 35.15 | 0.00 | 82413.4 |



Данные для определения расчетного сопротивления грунта основания R по формуле (5.7)

| $\gamma_{с1}$ | $\gamma_{с2}$ | k | M_γ | M_q | M_c | k_z |
|---------------|---------------|------|------------|-------|-------|-------|
| 1.30 | 1.00 | 1.00 | 1.440 | 6.760 | 8.880 | 0.68 |

| b [м] | d_1 [м] | d_b [м] | γ_{II} [кН/м ³] | γ'_{II} [кН/м ³] | ϕ_{II} [град] | c_{II} [кПа] |
|------------|--------------|--------------|---------------------------------------|--|-----------------------|-------------------|
| 16.75 | 0.93 | 1.10 | 16.2 | 16.2 | 33.0 | 2.0 |

Примечание

Учтено, что ϕ_{II} и c_{II} определены испытаниями

| | |
|-------------|--------------|
| Ив. № подл. | Взам. инв. № |
| Изм. | Кол. |
| Лист | № |
| Подп. | Дата |

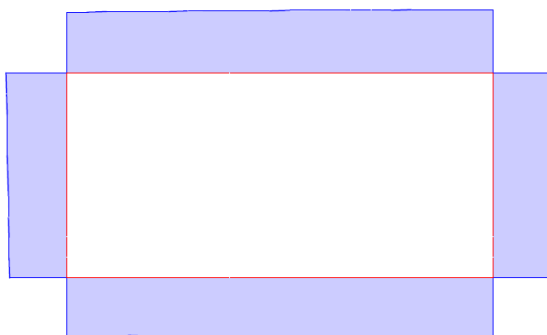
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Расчетное сопротивление $R = 633.0$ кПа

Проверка допустимости давления на грунт

Давление на грунт



Наименьшее давление $p_{min} = 133.0$ кПа
 Наибольшее давление по оси x $p_{max, x} = 143.0$ кПа
 Наибольшее давление по оси y $p_{max, y} = 144.1$ кПа
 Наибольшее давление $p_{max} = 147.1$ кПа

$p_{min} / p_{max} = 0.904$ -

Среднее давление на грунт $p = 140.1$ кПа

$p / R = 140.1 / 633.0 = 0.221 \leq 1$

$p_{max, x} / 1.2R = 143.0 / 759.7 = 0.188 \leq 1$

$p_{max, y} / 1.2R = 144.1 / 759.7 = 0.190 \leq 1$

$p_{max} / 1.5R = 147.1 / 949.6 = 0.155 \leq 1$

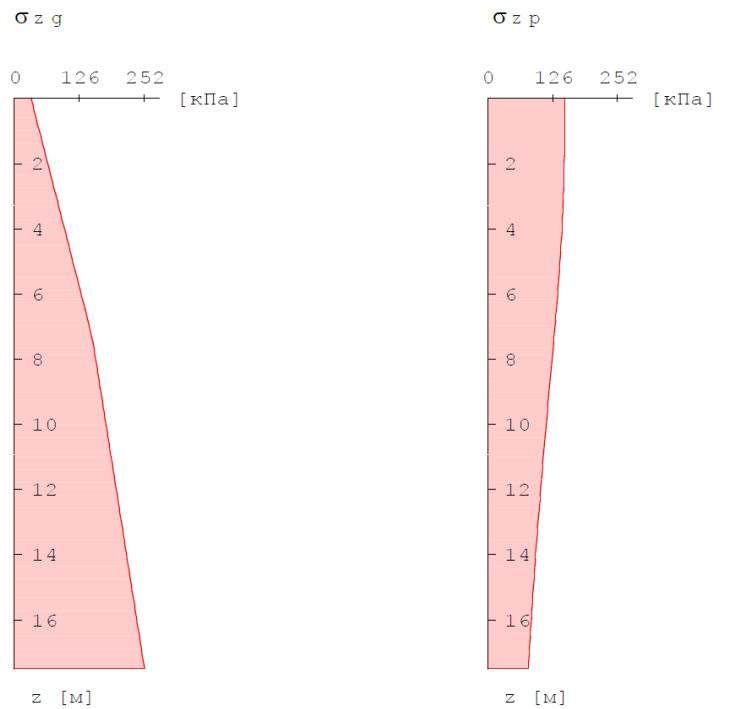
Расчет осадки основания

Напряжения в грунте

| Z [м] | σ_{zg} [кПа] | σ_{zy} [кПа] | σ_{zp} [кПа] | $\sigma_{zp} / \sigma_{zg}$ |
|-------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|
| 0.00 | 32.9 | 32.9 | 150.1 | 4.563 |
| 1.00 | 49.1 | 32.9 | 150.0 | 3.055 |
| 2.00 | 65.3 | 32.7 | 149.3 | 2.286 |
| 3.00 | 81.5 | 32.3 | 147.6 | 1.812 |
| 4.00 | 97.7 | 31.6 | 144.8 | 1.483 |
| 5.00 | 113.9 | 30.7 | 141.0 | 1.238 |
| 6.00 | 130.1 | 29.6 | 136.4 | 1.048 |
| 7.00 | 145.8 | 28.3 | 131.1 | 0.899 |
| 8.00 | 158.3 | 26.9 | 125.6 | 0.793 |
| 9.00 | 168.3 | 25.5 | 119.9 | 0.713 |
| 10.00 | 178.3 | 24.1 | 114.3 | 0.641 |
| 11.00 | 188.3 | 22.7 | 108.9 | 0.578 |
| 12.00 | 198.3 | 21.4 | 103.6 | 0.523 |
| 13.00 | 208.3 | 20.2 | 98.7 | 0.474 |
| 14.00 | 218.3 | 19.0 | 94.0 | 0.430 |
| 15.00 | 228.3 | 17.8 | 89.6 | 0.392 |
| 16.00 | 238.3 | 16.8 | 85.4 | 0.358 |
| 17.00 | 248.3 | 15.8 | 81.6 | 0.328 |
| 17.47 | 253.0 | 15.4 | 79.8 | 0.316 |

| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

Напряжения в грунте



Глубина сжимаемой толщи $H_c = 12.45$ м
 Напряжение при $z = H_c$ $\sigma_{zp} = 101.4$ кПа
 $\sigma_{zp} / \sigma_{zg} = 0.500$ -
 Осадка основания $s = 3.71$ см
 $s / s_u = 3.71 / 8.00 = 0.464 \leq 1$

Расчет крена фундамента по формуле (5.24)

Коэффициент в формуле (5.24) $D \cdot 10^3 = 31.1$ 1/МПа

Примечание: Значение D принято согласно 5.6.44 средним в пределах сжимаемой толщи H_c

Коэффициенты по табл. 5.9 $k_{e,x} = 0.854$ -
 $k_{e,y} = 0.272$ -

Крен в плоскости оси x $i_x = 0.00005$ -
 оси y $i_y = 0.00010$ -

$i_x / i_u = 0.00005 / 0.001 = 0.050 \leq 1$

$i_y / i_u = 0.00010 / 0.001 = 0.096 \leq 1$

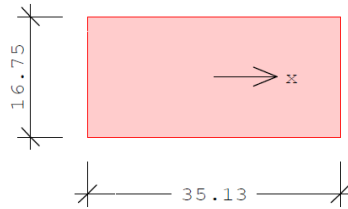
| | |
|--------------|----------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| | Подпись и дата |

Фундамент

Размеры фундамента

$$l_x = 35.13 \text{ м}$$

$$l_y = 16.75 \text{ м}$$



Глубина заложения фундамента

от уровня планировки $d = 2.03 \text{ м}$
 от поверхности рельефа $d_n = 2.08 \text{ м}$

Конструктивная схема сооружения является гибкой

Толщина грунта выше подошвы $h_s = 0.00 \text{ м}$
 Толщина конструкции пола $h_{cf} = 0.60 \text{ м}$
 Уд. вес конструкции пола $\gamma_{cf} = 25.0 \text{ кН/м}^3$

Грунт

Удельный вес грунта выше уровня подошвы фундамента
 нормативное значение $\gamma_0 = 16.2 \text{ кН/м}^3$

| Слой | Название | h [м] | Вид грунта | γ_s [кН/м ³] | γ [кН/м ³] | W [%] |
|------|----------|----------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------|
| 1 | 2 | 6.71 | Песок мелкий | 26.5 | 16.2 | 3.0 |
| 2 | 3 | 1.60 | Песок сред. круп. | 26.5 | 15.3 | 14.0 |
| 3 | 4 | 10.00 | Песок сред. круп. | 26.5 | 19.6 | 22.0 |

Взвешивание в воде учитывается в слое 3

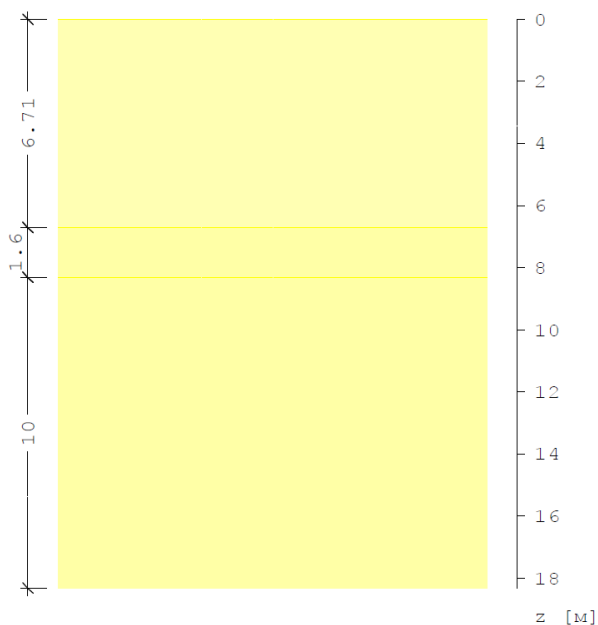
Характеристики
грунта

| Слой | σ_{II} [кПа] | ϕ_{II} [град] | E [МПа] | E_e [МПа] | ν [-] | γ_{sb} [кН/м ³] |
|------|------------------------|-----------------------|------------|----------------|--------------|---------------------------------------|
| 1 | 2.0 | 33.0 | 26.6 | 133.0 | 0.30 | |
| 2 | 1.0 | 33.0 | 32.6 | 163.0 | 0.30 | |
| 3 | 1.0 | 34.0 | 34.1 | 170.5 | 0.30 | 10.0 |

γ_{sb} - удельный вес с учетом взвешивания в воде

| | | | | | |
|--------------|----------------|------|---|-------|------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № | | | | |
| | Подпись и дата | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |

Схема геологического разреза



Нагрузка

N = 82413 кН
 M_x = 6655 кНм
 M_y = 10285 кНм

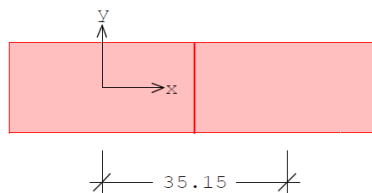
Нагрузка на поверхности земли q = 10.0 кПа

Расчет

согласно СП 22.13330.2011

Соседний фундамент

| l _x [м] | l _y [м] | x [м] | y [м] | N [кН] |
|-----------------------|-----------------------|----------|----------|-----------|
| 35.13 | 16.75 | 35.15 | 0.00 | 82413.4 |



Данные для определения расчетного сопротивления грунта основания R по формуле (5.7)

| γ _{c1} | γ _{c2} | k | M _γ | M _q | M _c | k _z |
|-----------------|-----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1.30 | 1.00 | 1.00 | 1.440 | 6.760 | 8.880 | 0.68 |

| b [м] | d ₁ [м] | d _b [м] | γ _{II} [кН/м ³] | γ' _{II} [кН/м ³] | φ _{II} [град] | c _{II} [кПа] |
|----------|-----------------------|-----------------------|---|--|---------------------------|--------------------------|
| 16.75 | 0.93 | 1.10 | 16.2 | 16.2 | 33.0 | 2.0 |

Примечание

Учтено, что φ_{II} и c_{II} определены испытаниями

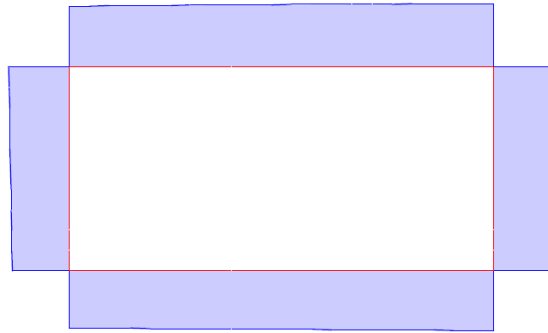
| | | | | | |
|--------------|--------------|----------------|---|-------|------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № | Подпись и дата | | | |
| | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |

05/08-2019 ПР-РР2

Расчетное сопротивление $R = 633.0$ кПа

Проверка допустимости давления на грунт

Давление на грунт



Наименьшее давление $p_{min} = 133.0$ кПа
 Наибольшее давление по оси x $p_{max, x} = 143.0$ кПа
 Наибольшее давление по оси y $p_{max, y} = 144.1$ кПа
 Наибольшее давление $p_{max} = 147.1$ кПа

$p_{min} / p_{max} = 0.904$ -

Среднее давление на грунт $p = 140.1$ кПа

$p / R = 140.1 / 633.0 = 0.221 \leq 1$

$p_{max, x} / 1.2R = 143.0 / 759.7 = 0.188 \leq 1$

$p_{max, y} / 1.2R = 144.1 / 759.7 = 0.190 \leq 1$

$p_{max} / 1.5R = 147.1 / 949.6 = 0.155 \leq 1$

Расчет осадки основания

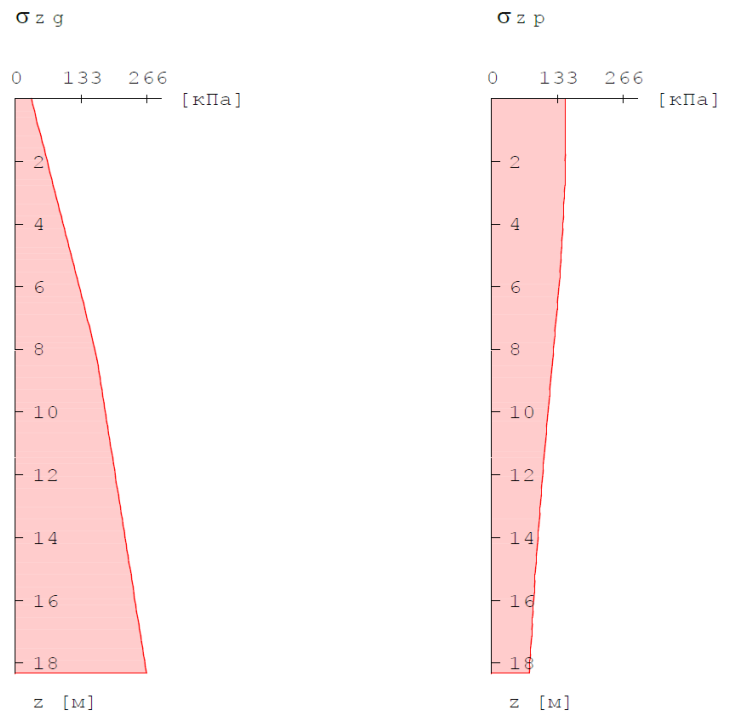
Напряжения в грунте

| z [м] | σ_{zg} [кПа] | σ_{zy} [кПа] | σ_{zp} [кПа] | $\sigma_{zp} / \sigma_{zg}$ |
|------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 0.00 | 32.9 | 32.9 | 150.1 | 4.563 |
| 1.00 | 49.1 | 32.9 | 150.0 | 3.055 |
| 2.00 | 65.3 | 32.7 | 149.3 | 2.287 |
| 3.00 | 81.5 | 32.3 | 147.6 | 1.812 |
| 4.00 | 97.7 | 31.6 | 144.8 | 1.483 |
| 5.00 | 113.9 | 30.7 | 141.0 | 1.238 |
| 6.00 | 130.1 | 29.6 | 136.4 | 1.048 |
| 7.00 | 146.0 | 28.3 | 131.1 | 0.898 |
| 8.00 | 161.3 | 26.9 | 125.6 | 0.778 |
| 9.00 | 173.0 | 25.5 | 119.9 | 0.693 |
| 10.00 | 183.0 | 24.1 | 114.3 | 0.625 |
| 11.00 | 193.0 | 22.7 | 108.9 | 0.564 |
| 12.00 | 203.0 | 21.4 | 103.6 | 0.511 |
| 13.00 | 213.0 | 20.2 | 98.7 | 0.463 |
| 14.00 | 223.0 | 19.0 | 94.0 | 0.421 |
| 15.00 | 233.0 | 17.8 | 89.6 | 0.384 |
| 16.00 | 243.0 | 16.8 | 85.4 | 0.352 |
| 17.00 | 253.0 | 15.8 | 81.6 | 0.322 |
| 18.00 | 263.0 | 14.9 | 78.0 | 0.296 |
| 18.31 | 266.1 | 14.6 | 76.9 | 0.289 |

| | | | | | |
|--------------|--------------|----------------|---|-------|------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № | | | | |
| | | Подпись и дата | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |

05/08-2019 ПР-РР2

Напряжения в грунте



Глубина сжимаемой толщи $H_c = 12.21$ м
 Напряжение при $z = H_c$ $\sigma_{zp} = 102.6$ кПа
 $\sigma_{zp} / \sigma_{zg} = 0.500$ -
 Осадка основания $s = 3.69$ см
 $s / s_u = 3.69 / 8.00 = 0.461 \leq 1$

Расчет крена фундамента по формуле (5.24)

Коэффициент в формуле (5.24) $D \cdot 10^3 = 31.4$ 1/МПа

Примечание

Значение D принято согласно 5.6.44 средним в пределах сжимаемой толщи H_c

Коэффициенты по табл. 5.9 $k_{e,x} = 0.854$ -
 $k_{e,y} = 0.272$ -

Крен в плоскости оси x $i_x = 0.00005$ -
 оси y $i_y = 0.00010$ -

$i_x / i_u = 0.00005 / 0.001 = 0.051 \leq 1$

$i_y / i_u = 0.00010 / 0.001 = 0.097 \leq 1$

| | |
|--------------|----------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| | Подпись и дата |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
|------|------|------|---|-------|------|

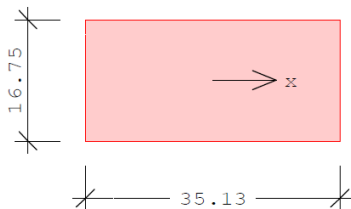
05/08-2019 ПР-РР2

Фундамент

Размеры фундамента

$$l_x = 35.13 \text{ м}$$

$$l_y = 16.75 \text{ м}$$



Глубина заложения фундамента

от уровня планировки $d = 2.03 \text{ м}$
 от поверхности рельефа $d_n = 2.08 \text{ м}$

Конструктивная схема сооружения является гибкой

Толщина грунта выше подошвы $h_s = 0.00 \text{ м}$
 Толщина конструкции пола $h_{cf} = 0.60 \text{ м}$
 Уд. вес конструкции пола $\gamma_{cf} = 25.0 \text{ кН/м}^3$

Грунт

Удельный вес грунта выше уровня подошвы фундамента
 нормативное значение $\gamma_0 = 16.2 \text{ кН/м}^3$

| Слой | Название | h [м] | Вид грунта | γ_s [кН/м ³] | γ [кН/м ³] | W [%] |
|------|----------|-------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------|
| 1 | 2 | 5.26 | Песок мелкий | 26.5 | 16.2 | 3.0 |
| 2 | 3 | 2.40 | Песок сред. круп. | 26.5 | 15.3 | 14.0 |
| 3 | 4 | 10.00 | Песок сред. круп. | 26.5 | 19.6 | 22.0 |

Взвешивание в воде учитывается в слое 3

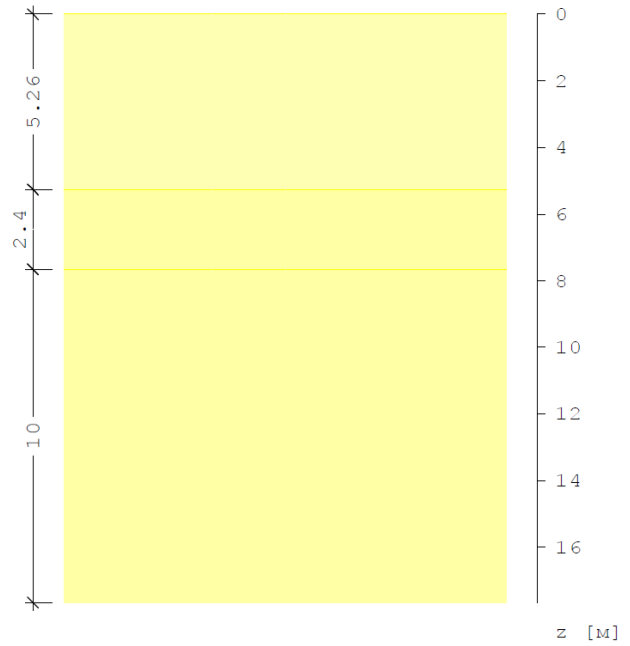
Характеристики грунта

| Слой | $c_{гг}$ [кПа] | $\phi_{гг}$ [град] | E [МПа] | E_e [МПа] | ν [-] | γ_{sb} [кН/м ³] |
|------|----------------|--------------------|---------|-------------|-----------|------------------------------------|
| 1 | 2.0 | 33.0 | 26.6 | 133.0 | 0.30 | |
| 2 | 1.0 | 33.0 | 32.6 | 163.0 | 0.30 | |
| 3 | 1.0 | 34.0 | 34.1 | 170.5 | 0.30 | 10.0 |

γ_{sb} - удельный вес с учетом взвешивания в воде

| | | | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|---|-------|------|--|--|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | |
| | | | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | | |

Схема геологического разреза



Нагрузка

$N = 82413$ кН
 $M_x = 6655$ кНм
 $M_y = 10285$ кНм

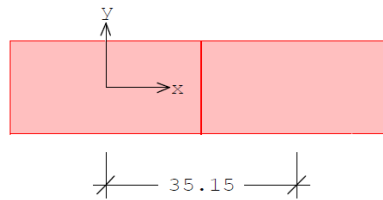
Нагрузка на поверхности земли $q = 10.0$ кПа

Расчет

согласно СП 22.13330.2011

Соседний фундамент

| l_x [м] | l_y [м] | x [м] | y [м] | N [кН] |
|--------------|--------------|------------|------------|-------------|
| 35.13 | 16.75 | 35.15 | 0.00 | 82413.4 |



Данные для определения расчетного сопротивления грунта основания R по формуле (5.7)

| $\gamma_{с1}$ | $\gamma_{с2}$ | k | M_γ | M_q | M_c | k_z |
|---------------|---------------|------|------------|-------|-------|-------|
| 1.31 | 1.00 | 1.00 | 1.440 | 6.760 | 8.880 | 0.68 |

| b [м] | d_1 [м] | d_b [м] | γ_{II} [кН/м ³] | γ'_{II} [кН/м ³] | ϕ_{II} [град] | c_{II} [кПа] |
|------------|--------------|--------------|---------------------------------------|--|-----------------------|-------------------|
| 16.75 | 0.93 | 1.10 | 16.1 | 16.2 | 33.0 | 1.9 |

Примечание

Учтено, что ϕ_{II} и c_{II} определены испытаниями

| | | | | | |
|--------------|----------------|------|---|-------|------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № | | | | |
| | Подпись и дата | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |

05/08-2019 ПР-РР2

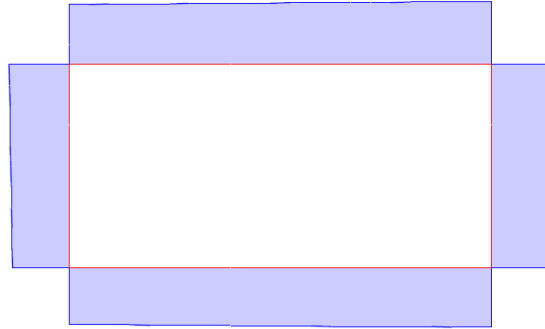
Примечание

Значения $\gamma_{с1}$, $\gamma_{с2}$, $\gamma_{п1}$, $\phi_{п1}$ и $c_{п1}$ приняты средними в пределах слоёв до глубины $z = 5.67$ м

Расчетное сопротивление $R = 634.3$ кПа

Проверка допустимости давления на грунт

Давление на грунт



Наименьшее давление $p_{min} = 133.0$ кПа
 Наибольшее давление по оси x $p_{max, x} = 143.0$ кПа
 Наибольшее давление по оси y $p_{max, y} = 144.1$ кПа
 Наибольшее давление $p_{max} = 147.1$ кПа

$p_{min} / p_{max} = 0.904$ -

Среднее давление на грунт $p = 140.1$ кПа

$p / R = 140.1 / 634.3 = 0.221 \leq 1$

$p_{max, x} / 1.2R = 143.0 / 761.2 = 0.188 \leq 1$

$p_{max, y} / 1.2R = 144.1 / 761.2 = 0.189 \leq 1$

$p_{max} / 1.5R = 147.1 / 951.5 = 0.155 \leq 1$

Расчет осадки основания

Напряжения в грунте

| z [м] | σ_{zg} [кПа] | σ_{zy} [кПа] | σ_{zp} [кПа] | $\sigma_{zp} / \sigma_{zg}$ |
|------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 0.00 | 32.9 | 32.9 | 150.1 | 4.563 |
| 1.00 | 49.1 | 32.9 | 150.0 | 3.055 |
| 2.00 | 65.3 | 32.7 | 149.3 | 2.286 |
| 3.00 | 81.5 | 32.3 | 147.6 | 1.812 |
| 4.00 | 97.7 | 31.6 | 144.8 | 1.483 |
| 5.00 | 113.9 | 30.7 | 141.0 | 1.238 |
| 6.00 | 129.4 | 29.6 | 136.4 | 1.054 |
| 7.00 | 144.7 | 28.3 | 131.1 | 0.906 |
| 8.00 | 158.2 | 26.9 | 125.6 | 0.794 |
| 9.00 | 168.2 | 25.5 | 119.9 | 0.713 |
| 10.00 | 178.2 | 24.1 | 114.3 | 0.642 |
| 11.00 | 188.2 | 22.7 | 108.9 | 0.578 |
| 12.00 | 198.2 | 21.4 | 103.6 | 0.523 |
| 13.00 | 208.2 | 20.2 | 98.7 | 0.474 |
| 14.00 | 218.2 | 19.0 | 94.0 | 0.431 |
| 15.00 | 228.2 | 17.8 | 89.6 | 0.392 |
| 16.00 | 238.2 | 16.8 | 85.4 | 0.359 |

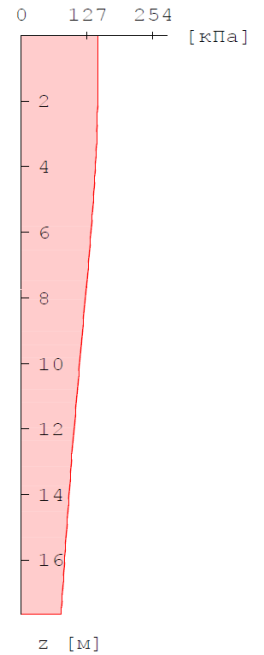
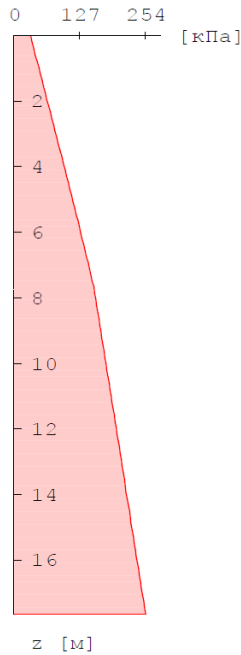
| | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|---|-------|------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | |
| | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |

| | | | | |
|-------|-------|------|------|-------|
| 17.00 | 248.2 | 15.8 | 81.6 | 0.329 |
| 17.66 | 254.8 | 15.2 | 79.2 | 0.311 |

Напряжения в грунте

$\sigma_{z g}$

$\sigma_{z p}$



| | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|---|-------------|--------------|
| Глубина сжимаемой толщи | H_c | = | 12.45 | м |
| Напряжение при $z = H_c$ | $\sigma_{z p}$ | = | 101.4 | кПа |
| | $\sigma_{z p} / \sigma_{z g}$ | = | 0.500 | - |
| Осадка основания | s | = | 3.64 | см |
| | s / s_u | = | 3.64 / 8.00 | = 0.455 <= 1 |

Расчет крена фундамента по формуле (5.24)

Коэффициент в формуле (5.24) $D \cdot 10^3 = 30.5$ 1/МПа

Примечание

Значение D принято согласно 5.6.44 средним в пределах сжимаемой толщи H_c

| | | | | |
|---------------------------|------------|---|-------|---|
| Коэффициенты по табл. 5.9 | $k_{e, x}$ | = | 0.854 | - |
| | $k_{e, y}$ | = | 0.272 | - |

| | | | | |
|--------------------------|-------|---|---------|---|
| Крен в плоскости оси x | i_x | = | 0.00005 | - |
| оси y | i_y | = | 0.00009 | - |

$i_x / i_u = 0.00005 / 0.001 = 0.049 <= 1$

$i_y / i_u = 0.00009 / 0.001 = 0.094 <= 1$

| | |
|---------------|--------------|
| Инва. № подл. | Взам. инв. № |
| Изм. | Кол. |
| Лист | № |
| Подп. | Дата |

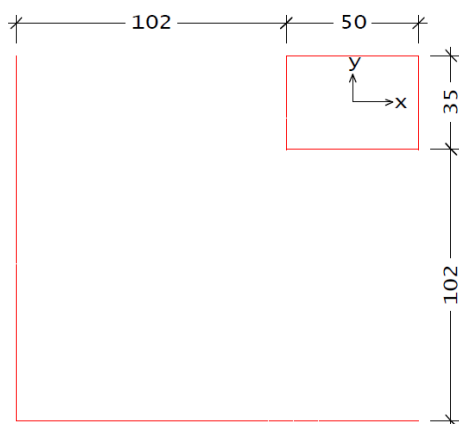
3.1.7 Расчёт на продавливание фундаментной плиты.

Расчет на продавливание угловой, краевой и средней колонной:

Pos. 2уг_A16_K1 **Расчет на продавливание**

Расчетная схема

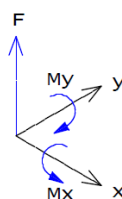
| | | | | |
|------------------------------|----------|---|------|----|
| Размеры сечения колонны | c_x | = | 50 | см |
| | c_y | = | 35 | см |
| Толщина плиты | h | = | 60 | см |
| Рабочая высота сечения плиты | h_{0x} | = | 51.3 | см |
| | h_{0y} | = | 51.3 | см |
| Расстояния до краев плиты | a_x | = | 102 | см |
| | a_y | = | 102 | см |



Нагрузки

| № | F [кН] | M_x [кНм] | M_y [кНм] | p [кПа] |
|---|---------|-------------|-------------|-----------|
| 1 | -1553.1 | 75.2 | -187.5 | 100.0 |
| 2 | -1339.3 | 147.9 | 162.2 | 100.0 |
| 3 | -1092.0 | 100.7 | -162.3 | 100.0 |

Положительные направления силы и моментов



Расчет

Согласно СП 63.13330.2012 Бетон.и железобетон.кон.

Бетон $B 25$ (тяжелый)
 Коэффициент условий работы $\gamma_b = 0.900$ -
 Сопротивление бетона $\gamma_b R_{bt} = 0.945$ МПа

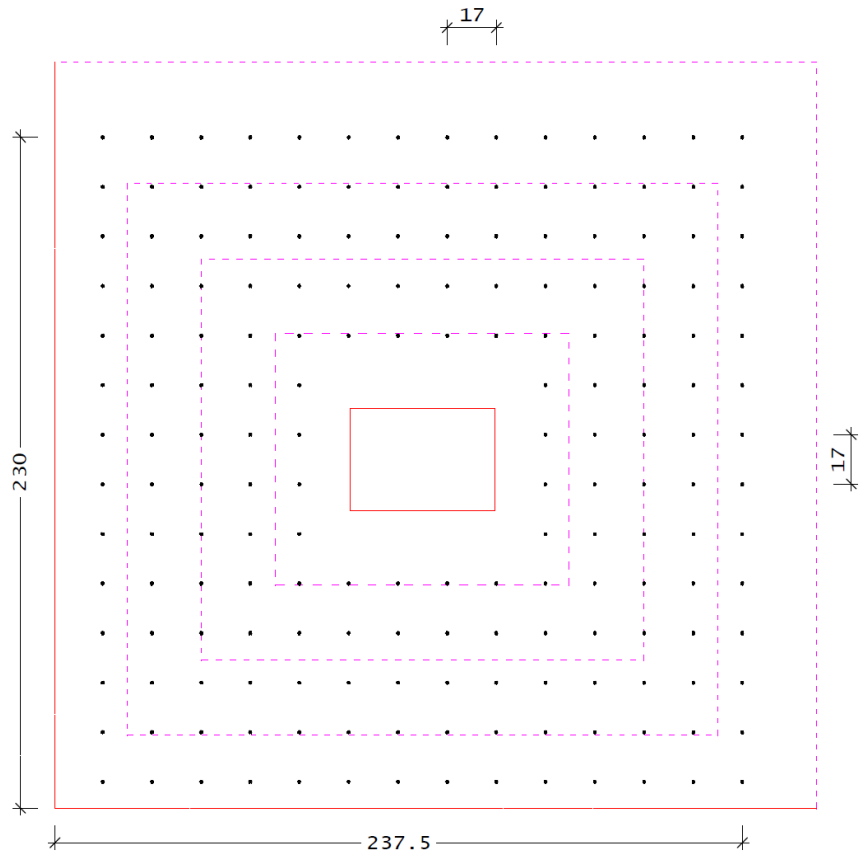
Поперечная арматура $A500$
 Сопротивление арматуры $R_{sw} = 300$ МПа

Расчетный периметр $u = 375.2$ см

Моменты инерции расчетного контура
 $I_x = 0.4843$ м³ $I_y = 0.6160$ м³

| | |
|--------------|--------------|
| Ивв. № подл. | Взам. инв. № |
| Изм. | Кол. |
| Лист | № |
| Подп. | Дата |

05/08-2019 ПР-РР2



Проверка прочности плиты за границей расположения поперечной арматуры

Расчетный периметр $u = 518.8$ см

Координаты центра тяжести расчетного контура
 $x_c = 69.4$ см $y_c = 73.2$ см

Моменты инерции контура относительно осей x_0, y_0
 $I_{x0} = 3.5111$ м³ $I_{y0} = 3.7634$ м³

Моменты сопротивления расчетного контура
 $W_{x0} = 1.8224$ м² $W_{y0} = 1.9161$ м²

Равнодействующая давления $P = 672.7$ кН
 Площадь при учете давления $A_p = 67274$ см²

Координаты точки приложения равнодействующей P
 $x_p = 4.6$ см $y_p = 8.3$ см

Моменты равнодействующей P относительно осей x, y
 $M_{px} = 56.0$ кНм $M_{py} = -30.8$ кНм

Продавливающая сила с учетом давления грунта
 $F = -880.4$ кН

Расчетные моменты относительно осей x_0, y_0
 $M_{x0} = 775.3$ кНм $M_{y0} = -829.3$ кНм

Предельные усилия в бетоне

| $F_{b,ult}$ [кН] | $M_{bx,ult}$ [кНм] | $M_{by,ult}$ [кНм] |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 2515.1 | 883.5 | 928.9 |

Условие прочности

$$F / F_{ult} + M_x / M_{x,ult} + M_y / M_{y,ult} = 0.3500 + 0.0868 + 0.0883 = 0.525 \leq 1$$

Вклад моментов ограничен согласно 8.1.46

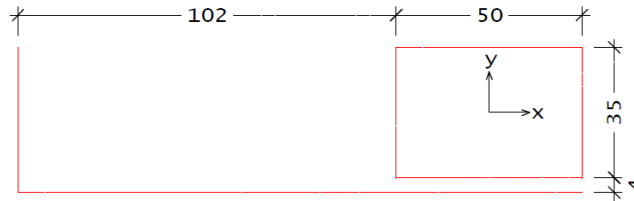
| | | |
|---------------|----------------|--------------|
| Инва. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

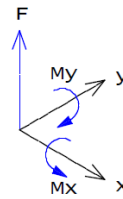
Расчетная схема

| | | | | |
|------------------------------|----------|---|------|----|
| Размеры сечения колонны | c_x | = | 50 | см |
| | c_y | = | 35 | см |
| Толщина плиты | h | = | 60 | см |
| Рабочая высота сечения плиты | h_{0x} | = | 51.3 | см |
| | h_{0y} | = | 51.3 | см |
| Расстояния до краев плиты | a_x | = | 102 | см |
| | a_y | = | 4 | см |

Нагрузки

| № | F [кН] | M_x [кНм] | M_y [кНм] | p [кПа] |
|---|---------|-------------|-------------|-----------|
| 1 | -1657.8 | -98.1 | 162.4 | 100.0 |
| 2 | -1405.5 | -100.3 | -177.3 | 100.0 |

Положительные направления силы и моментов

Расчет

Согласно СП 63.13330.2012 Бетон.и железобетон.кон.

Бетон В 25 (тяжелый)
 Коэффициент условий работы γ_b = 1.000 -
 Сопротивление бетона $\gamma_b R_{bt}$ = 1.050 МПа

Поперечная арматура А500
 Сопротивление арматуры R_{sw} = 300 МПа

Расчетный периметр u = 230.6 см

Координаты центра тяжести расчетного контура
 x_c = 0.0 см y_c = 25.0 см

Моменты инерции контура относительно осей x_0, y_0
 I_{x0} = 0.1044 м³ I_{y0} = 0.4183 м³

Моменты сопротивления расчетного контура
 W_{x0} = 0.2244 м² W_{y0} = 0.8259 м²

x_0, y_0 - центральные оси расчетного контура

| | | |
|-------------|----------------|--------------|
| Ив. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |
| | | |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

72

Наиболее опасной нагрузкой является нагрузка №1

Равнодействующая давления $P = 137.8$ кН
 Площадь при учете давления $A_p = 13780$ см²

Примечание. Площадь A_p ограничивается контуром на расстоянии $h_0/2$ от расчетного контура

Координаты точки приложения равнодействующей P
 $x_p = 0.0$ см $y_p = 23.7$ см

Моменты равнодействующей P относительно осей x, y
 $M_{px} = 32.6$ кНм $M_{py} = -0.0$ кНм

Продавливающая сила с учетом давления грунта
 $F = -1520$ кН

Расчетные моменты относительно осей x_0, y_0
 $M_{x0} = 314.9$ кНм $M_{y0} = 162.4$ кНм

| | | | |
|----------------------------|--------------|---------------|---------------|
| Предельные усилия в бетоне | $F_{b, ult}$ | $M_{bx, ult}$ | $M_{by, ult}$ |
| | [кН] | [кНм] | [кНм] |
| | 1242.1 | 120.9 | 444.9 |

Требуемая погонная площадь арматуры $A_{sw}/s_w = 18.75$ см²/м

| | | | |
|------------------------------|---------------|------------------|------------------|
| Предельные усилия в арматуре | $F_{sw, ult}$ | $M_{sw, x, ult}$ | $M_{sw, y, ult}$ |
| | [кН] | [кНм] | [кНм] |
| | 1037.9 | 101.0 | 371.7 |

Условие прочности $F / F_{ult} + M_x / M_{x, ult} + M_y / M_{y, ult} =$
 $0.6667 + 0.2924 + 0.0410 = 1.000 \leq 1$

Вклад моментов ограничен согласно 8.1.46

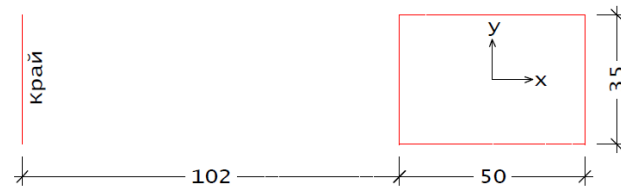
Конструирование

Диаметр хомутов $d_{sw} = 14$ мм
 Шаг хомутов $s_w = 14$ см
 Погонная площадь арматуры $A_{sw}/s_w = 21.99$ см²/м
 $A_{sw} = 2 * 1.54 = 3.08$ см²
 Число хомутов $n_w = 120$ -

| | | | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|---|-------|------|--|--|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | |
| | | | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | | |

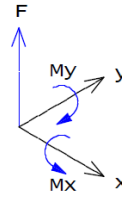
Расчетная схема

| | | | | |
|------------------------------|----------|---|------|----|
| Размеры сечения колонны | c_x | = | 50 | см |
| | c_y | = | 35 | см |
| Толщина плиты | h | = | 60 | см |
| Рабочая высота сечения плиты | h_{0x} | = | 51.3 | см |
| | h_{0y} | = | 51.3 | см |
| Расстояние до края плиты | a | = | 102 | см |

Нагрузка

| | | | | |
|---------------------------|-------|---|-------|-----|
| Продавливающая сила | F | = | -1626 | кН |
| Момент относительно оси x | M_x | = | 134.8 | кНм |
| Момент относительно оси y | M_y | = | 159.2 | кНм |
| Давление грунта | p | = | 100.0 | кПа |

Положительные направления силы и моментов

Расчет

Согласно СП 63.13330.2012 Бетон и железобетон. кон.

| | | | |
|----------------------------|-------------------|---|-----------|
| Бетон | $B 25$ (тяжелый) | | |
| Коэффициент условий работы | γ_b | = | 1.000 - |
| Сопротивление бетона | $\gamma_b R_{bt}$ | = | 1.050 МПа |

| | | | |
|------------------------|----------|---|---------|
| Поперечная арматура | $A500$ | | |
| Сопротивление арматуры | R_{sw} | = | 300 МПа |

| | | | |
|--------------------|-----|---|----------|
| Расчетный периметр | u | = | 375.2 см |
|--------------------|-----|---|----------|

| | | | | | | |
|------------------------------------|-------|---|-----------------------|-------|---|-----------------------|
| Моменты инерции расчетного контура | I_x | = | 0.4843 м ³ | I_y | = | 0.6160 м ³ |
|------------------------------------|-------|---|-----------------------|-------|---|-----------------------|

| | | | | | | |
|--|-------|---|-----------------------|-------|---|-----------------------|
| Моменты сопротивления расчетного контура | W_x | = | 1.1225 м ² | W_y | = | 1.2163 м ² |
|--|-------|---|-----------------------|-------|---|-----------------------|

| | | | |
|----------------------------|-------|---|-----------------------|
| Равнодействующая давления | P | = | 210.0 кН |
| Площадь при учете давления | A_p | = | 20998 см ² |

Примечание. Площадь A_p ограничивается контуром на расстоянии $h_0/2$ от расчетного контура

| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

Продавливающая сила с учетом давления грунта
 $F = -1416$ кН

| Пределные усилия в бетоне | $F_{b,ult}$ [кН] | $M_{bx,ult}$ [кНм] | $M_{by,ult}$ [кНм] |
|---------------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| | 2021.0 | 604.6 | 655.1 |

Требуемая погонная площадь арматуры $A_{sw}/s_w = 5.61$ см²/м

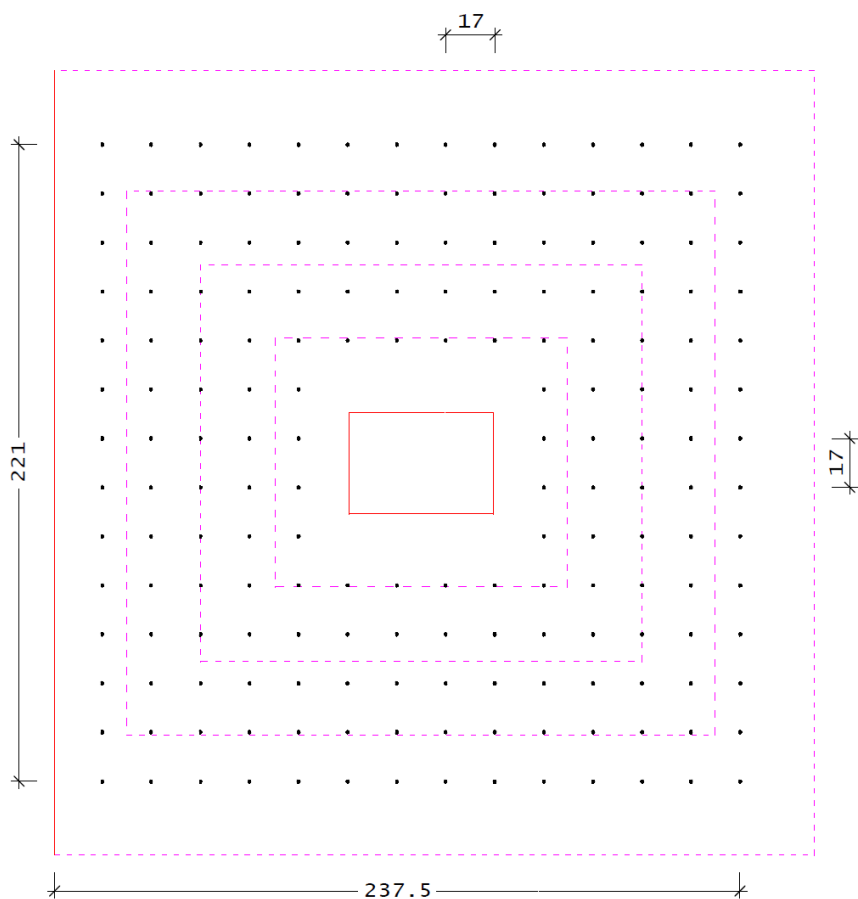
| Пределные усилия в арматуре | $F_{sw,ult}$ [кН] | $M_{sw,x,ult}$ [кНм] | $M_{sw,y,ult}$ [кНм] |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| | 505.3 | 151.2 | 163.8 |

Условие прочности $F / F_{ult} + M_x / M_{x,ult} + M_y / M_{y,ult} = 0.5604 + 0.1341 + 0.1461 = 0.841 \leq 1$

Вклад моментов ограничен согласно 8.1.46

Конструирование

Диаметр хомутов $d_{sw} = 10$ мм
 Шаг хомутов $s_w = 17$ см
 Погонная площадь арматуры $A_{sw}/s_w = 9.24$ см²/м
 $A_{sw} = 2 * 0.79 = 1.57$ см²
 Число хомутов $n_w = 180$ -



Проверка прочности плиты за границей расположения поперечной арматуры

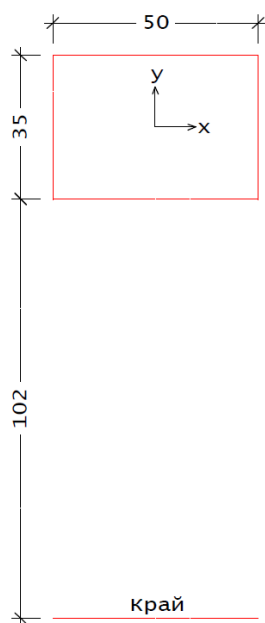
| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Расчетная схема

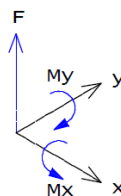
| | | | | |
|------------------------------|----------|---|------|----|
| Размеры сечения колонны | c_x | = | 50 | см |
| | c_y | = | 35 | см |
| Толщина плиты | h | = | 60 | см |
| Рабочая высота сечения плиты | h_{0x} | = | 51.3 | см |
| | h_{0y} | = | 51.3 | см |
| Расстояние до края плиты | a | = | 102 | см |



Нагрузки

| № | F [кН] | M_x [кНм] | M_y [кНм] | p [кПа] |
|---|---------|-------------|-------------|-----------|
| 1 | -1543.8 | 86.7 | 118.2 | 100.0 |
| 2 | -1863.1 | 124.1 | -103.4 | 100.0 |
| 3 | -1372.8 | 71.9 | -159.4 | 100.0 |
| 4 | -969.5 | 42.4 | -210.8 | 100.0 |
| 5 | -2117.4 | 99.0 | 185.9 | 100.0 |

Положительные направления силы и моментов



| | |
|--------------|----------------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № |
| | Подпись и дата |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
|------|------|------|---|-------|------|

Расчет

Согласно СП 63.13330.2012 Бетон.и железобетон.кон.

Бетон *B 25 (тяжелый)*
 Коэффициент условий работы $\gamma_b = 1.000$ -
 Сопротивление бетона $\gamma_b R_{bt} = 1.050$ МПа

Поперечная арматура *A500*
 Сопротивление арматуры $R_{sw} = 300$ МПа

Расчетный периметр $u = 375.2$ см

Моменты инерции расчетного контура
 $I_x = 0.4843$ м³ $I_y = 0.6160$ м³

Моменты сопротивления расчетного контура
 $W_x = 1.1225$ м² $W_y = 1.2163$ м²

Наиболее опасной нагрузкой является нагрузка №5

Равнодействующая давления $P = 210.0$ кН
 Площадь при учете давления $A_p = 20998$ см²

Примечание. Площадь A_p ограничивается контуром на расстоянии $h_0/2$ от расчетного контура

Продавливающая сила с учетом давления грунта
 $F = -1907$ кН

Предельные усилия
 в бетоне

| F_b, ult [кН] | M_{bx}, ult [кНм] | M_{by}, ult [кНм] |
|--------------------|------------------------|------------------------|
| 2021.0 | 604.6 | 655.1 |

Требуемая погонная

площадь арматуры $A_{sw}/s_w = 8.78$ см²/м

Предельные усилия
 в арматуре

| F_{sw}, ult [кН] | $M_{sw, x}, ult$ [кНм] | $M_{sw, y}, ult$ [кНм] |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| 790.8 | 236.6 | 256.4 |

Условие прочности

$$F / F_{ult} + M_x / M_{x, ult} + M_y / M_{y, ult} = 0.6784 + 0.1177 + 0.2039 = 1.000 \leq 1$$

Конструирование

Диаметр хомутов $d_{sw} = 10$ мм
 Шаг хомутов $s_w = 17$ см
 Погонная площадь арматуры $A_{sw}/s_w = 9.24$ см²/м
 $A_{sw} = 2 * 0.79 = 1.57$ см²
 Число хомутов $n_w = 180$ -

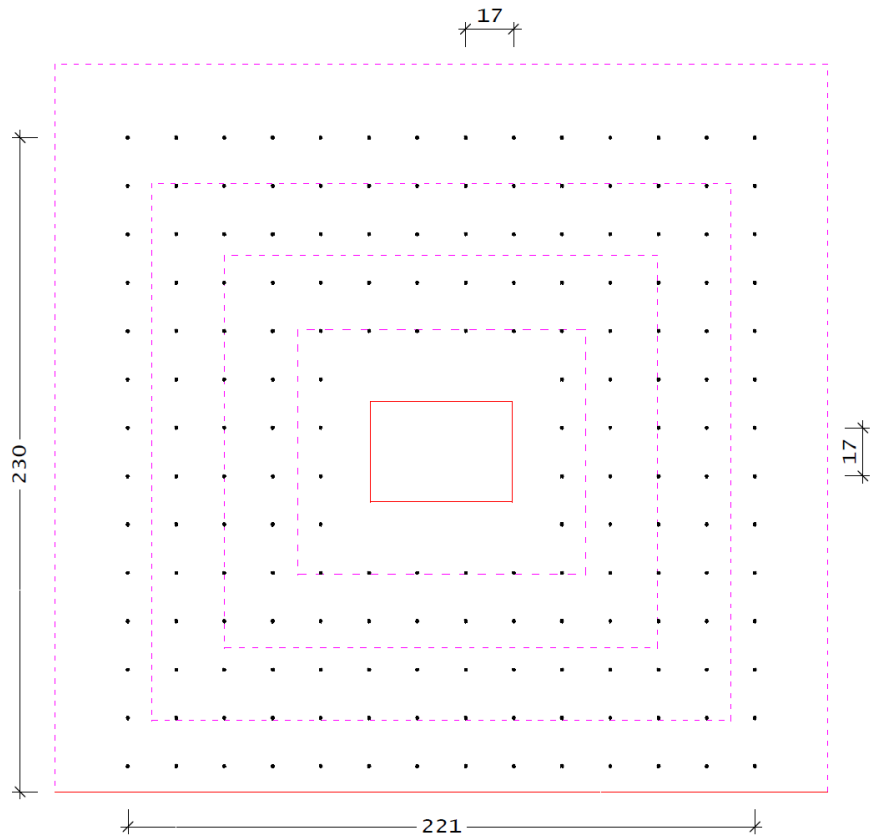
Ивн. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

79



Проверка прочности плиты за границей расположения поперечной арматуры

Расчетный периметр $u = 783.6$ см

Координаты центра тяжести расчетного контура
 $x_c = 0.0$ см $y_c = 52.7$ см

Моменты инерции контура относительно осей x_0, y_0
 $I_{x0} = 5.6878$ м³ $I_{y0} = 11.1604$ м³

Моменты сопротивления расчетного контура
 $W_{x0} = 3.3022$ м² $W_{y0} = 8.1971$ м²

Равнодействующая давления $P = 696.1$ кН
 Площадь при учете давления $A_p = 69613$ см²

Координаты точки приложения равнодействующей P
 $x_p = 0.0$ см $y_p = 8.3$ см

Моменты равнодействующей P относительно осей x, y
 $M_{px} = 58.0$ кНм $M_{py} = -0.0$ кНм

Продавливающая сила с учетом давления грунта
 $F = -1421$ кН

Расчетные моменты относительно осей x_0, y_0
 $M_{x0} = 906.6$ кНм $M_{y0} = 185.9$ кНм

Предельные усилия в бетоне

| $F_{b, ult}$ [кН] | $M_{bx, ult}$ [кНм] | $M_{by, ult}$ [кНм] |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| 4220.9 | 1778.7 | 4415.4 |

Условие прочности

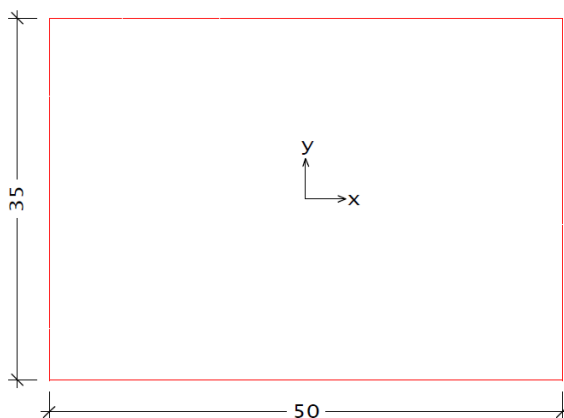
$$F / F_{ult} + M_x / M_{x, ult} + M_y / M_{y, ult} = 0.3367 + 0.1555 + 0.0128 = 0.505 \leq 1$$

Вклад моментов ограничен согласно 8.1.46

| | | |
|-------------|----------------|--------------|
| Ив. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

Расчетная схема

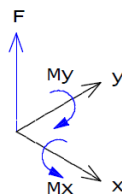
| | | | | |
|------------------------------|----------|---|------|----|
| Размеры сечения колонны | c_x | = | 50 | см |
| | c_y | = | 35 | см |
| Толщина плиты | h | = | 60 | см |
| Рабочая высота сечения плиты | h_{0x} | = | 51.3 | см |
| | h_{0y} | = | 51.3 | см |



Нагрузки

| № | F [кН] | M_x [кНм] | M_y [кНм] | p [кПа] |
|---|---------|-------------|-------------|---------|
| 1 | -1994.5 | 95.2 | 186.9 | 90.0 |
| 2 | -1757.1 | -64.5 | 241.6 | 90.0 |
| 3 | -1738.1 | 74.5 | 225.9 | 90.0 |
| 4 | -1888.9 | -81.0 | -204.1 | 90.0 |

Положительные направления силы и моментов



Расчет

Согласно СП 63.13330.2012 Бетон.и железобетон.кон.

| | | | |
|------------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------|
| Бетон | $B 25$ (тяжелый) | | |
| Коэффициент условий работы | γ_b | = | 1.000 - |
| Соппротивление бетона | $\gamma_b R_{bt}$ | = | 1.050 МПа |
| Поперечная арматура | A500 | | |
| Соппротивление арматуры | R_{sw} | = | 300 МПа |
| Расчетный периметр | u | = | 375.2 см |
| Моменты инерции расчетного контура | | | |
| I_x | = | 0.4843 м ³ | |
| I_y | = | 0.6160 м ³ | |

| | | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|---|-------|------|--|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | |
| | | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | |

Моменты сопротивления расчетного контура

$$W_x = 1.1225 \text{ м}^2 \quad W_y = 1.2163 \text{ м}^2$$

Наиболее опасной нагрузкой является нагрузка №1

$$\text{Равнодействующая давления } P = 189.0 \text{ кН}$$

$$\text{Площадь при учете давления } A_p = 20998 \text{ см}^2$$

Примечание. Площадь A_p ограничивается контуром на расстоянии $h_0/2$ от расчетного контура

Продавливающая сила с учетом давления грунта

$$F = -1806 \text{ кН}$$

Предельные усилия
в бетоне

| $F_{b,ult}$ [кН] | $M_{bx,ult}$ [кНм] | $M_{by,ult}$ [кНм] |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 2021.0 | 604.6 | 655.1 |

Требуемая погонная

площадь арматуры

$$A_{sw}/s_w = 7.54 \text{ см}^2/\text{м}$$

Предельные усилия
в арматуре

| $F_{sw,ult}$ [кН] | $M_{sw,x,ult}$ [кНм] | $M_{sw,y,ult}$ [кНм] |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 679.3 | 203.2 | 220.2 |

Условие прочности

$$F / F_{ult} + M_x / M_{x,ult} + M_y / M_{y,ult} =$$

$$0.6686 + 0.1178 + 0.2135 = 1.000 \leq 1$$

Конструирование

Диаметр хомутов

$$d_{sw} = 10 \text{ мм}$$

Шаг хомутов

$$s_w = 17 \text{ см}$$

Погонная площадь арматуры

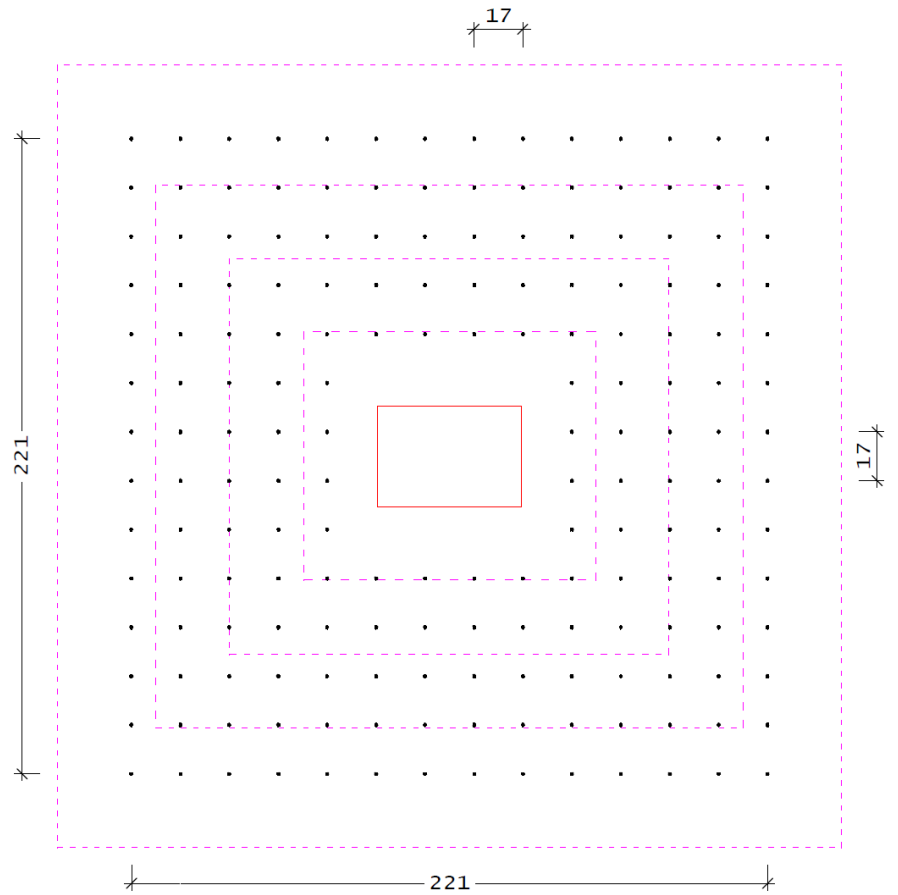
$$A_{sw}/s_w = 9.24 \text{ см}^2/\text{м}$$

$$A_{sw} = 2 * 0.79 = 1.57 \text{ см}^2$$

Число хомутов

$$n_w = 180$$

| | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------------|------|------|------|---|-------------------|------|
| Ив. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | 05/08-2019 ПР-РР2 | Лист |
| | | | Изм. | Кол. | Лист | № | | |



Проверка прочности плиты за границей расположения поперечной арматуры

Расчетный периметр $u = 1089$ см

Моменты инерции расчетного контура
 $I_x = 13.4602$ м³ $I_y = 13.4602$ м³

Моменты сопротивления расчетного контура
 $W_x = 9.8863$ м² $W_y = 9.8863$ м²

Равнодействующая давления $P = 942.5$ кН
 Площадь при учете давления $A_p = 104717$ см²

Продавливающая сила с учетом давления грунта
 $F = -1052$ кН

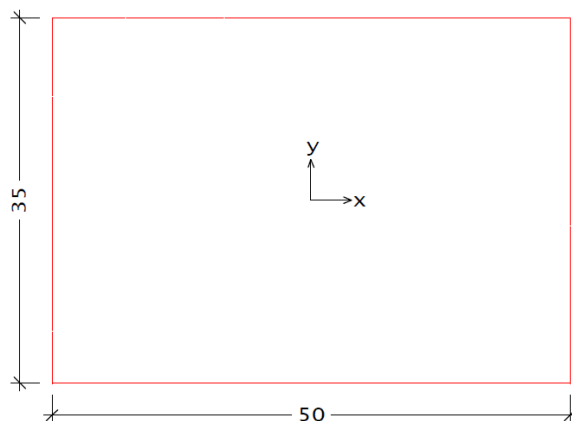
| | | | |
|----------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Предельные усилия в бетоне | $F_{b,ult}$ | $M_{bx,ult}$ | $M_{by,ult}$ |
| | [кН] | [кНм] | [кНм] |
| | 5867.0 | 5325.3 | 5325.3 |

Условие прочности $F / F_{ult} + M_x / M_{x,ult} + M_y / M_{y,ult} =$
 $0.1793 + 0.0179 + 0.0351 = 0.232 \leq 1$

| | | | | | |
|--------------|----------------|------|---|-------|------|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № | | | | |
| | | | | | |
| Инв. № подл. | Подпись и дата | | | | |
| | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |

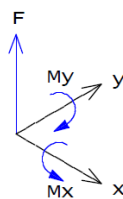
Расчетная схема

| | | | | |
|------------------------------|----------|---|------|----|
| Размеры сечения колонны | c_x | = | 50 | см |
| | c_y | = | 35 | см |
| Толщина плиты | h | = | 60 | см |
| Рабочая высота сечения плиты | h_{0x} | = | 51.3 | см |
| | h_{0y} | = | 51.3 | см |

Нагрузки

| № | F [кН] | M_x [кНм] | M_y [кНм] | p [кПа] |
|---|---------|-------------|-------------|-----------|
| 1 | -1002.5 | -81.0 | -204.0 | 90.0 |
| 2 | -816.6 | 62.5 | -171.6 | 90.0 |
| 3 | -1309.3 | 57.4 | 152.1 | 90.0 |
| 4 | -1369.9 | 95.4 | 153.3 | 90.0 |
| 5 | -1209.1 | -118.4 | 140.7 | 90.0 |
| 6 | -1028.6 | 74.3 | 168.2 | 90.0 |

Положительные направления силы и моментов

Расчет

Согласно СП 63.13330.2012 Бетон.и железобетон.кон.

| | |
|----------------------------|-------------------------------|
| Бетон | $B 25$ (тяжелый) |
| Коэффициент условий работы | $\gamma_b = 1.000$ - |
| Сопротивление бетона | $\gamma_b R_{bt} = 1.050$ МПа |

| | |
|------------------------|--------------------|
| Поперечная арматура | $A500$ |
| Сопротивление арматуры | $R_{sw} = 300$ МПа |

Инв. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

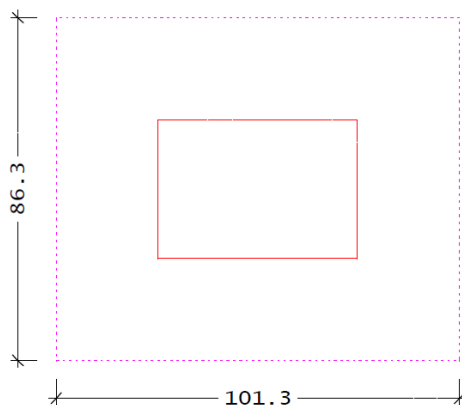
| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

84

Расчетный контур



Расчетный периметр $u = 375.2$ см

Моменты инерции расчетного контура
 $I_x = 0.4843$ м³ $I_y = 0.6160$ м³

Моменты сопротивления расчетного контура
 $W_x = 1.1225$ м² $W_y = 1.2163$ м²

Наиболее опасной нагрузкой является нагрузка №4

Равнодействующая давления $P = 189.0$ кН
 Площадь при учете давления $A_p = 20998$ см²

Примечание. Площадь A_p ограничивается контуром на расстоянии $h_0/2$ от расчетного контура

Продавливающая сила с учетом давления грунта
 $F = -1181$ кН

Предельные усилия в бетоне

| $F_{b,ult}$ [кН] | $M_{bx,ult}$ [кНм] | $M_{by,ult}$ [кНм] |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 2021.0 | 604.6 | 655.1 |

Условие прочности

$$F / F_{ult} + M_x / M_{x,ult} + M_y / M_{y,ult} = 0.5843 + 0.1177 + 0.1745 = 0.876 \leq 1$$

Вклад моментов ограничен согласно 8.1.46

По расчету на продавливание арматура не требуется.

| | | | | | |
|--------------|----------------|--|--|--|--|
| Инв. № подл. | Взам. инв. № | | | | |
| | Подпись и дата | | | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

3.3 Расчёт колонн

Колонны составные сечением: 250×400, 250×500 – В40

Данные для расчета колонн:

- бетон класса В40 ГОСТ 26633-91*;
модуль упругости $E_b^0=3.6 \times 10^7$ кН/м²;
- коэффициент Пуассона $\mu=0.2$;
- нормативный объёмный вес бетона $\gamma_0^H=2500$ кг/м³

Арматура:

рабочая класса А-500С ГОСТ Р 52544-2006,
распределительная класса А-400 ГОСТ Р 52544-2006,
модуль упругости $E_s=2 \times 10^8$ кН/м²;

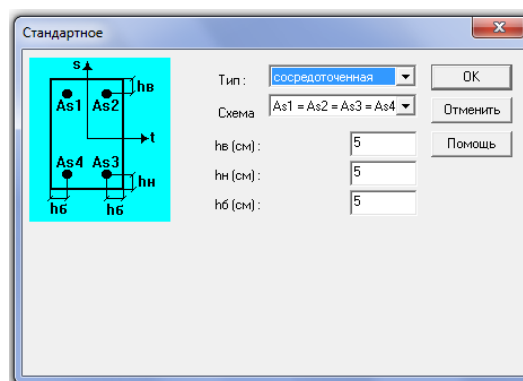
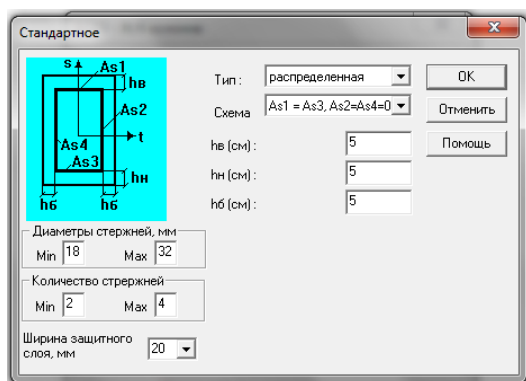
Армирование железобетонных стержней

Осуществляется расчёт по прочности железобетонных балок. Предварительно должны быть определены расчётные сочетания усилий или комбинаций нагрузок.

Возможно решение следующих задач:

- определение теоретической арматуры (для 2D- и 3D-балок) по условию прочности;
- проверка прочности армированного сечения (для 2D- и 3D-балок);
- подбор арматуры (раскладка);
- учет кручения (для 3D-балок прямоугольного сечения);

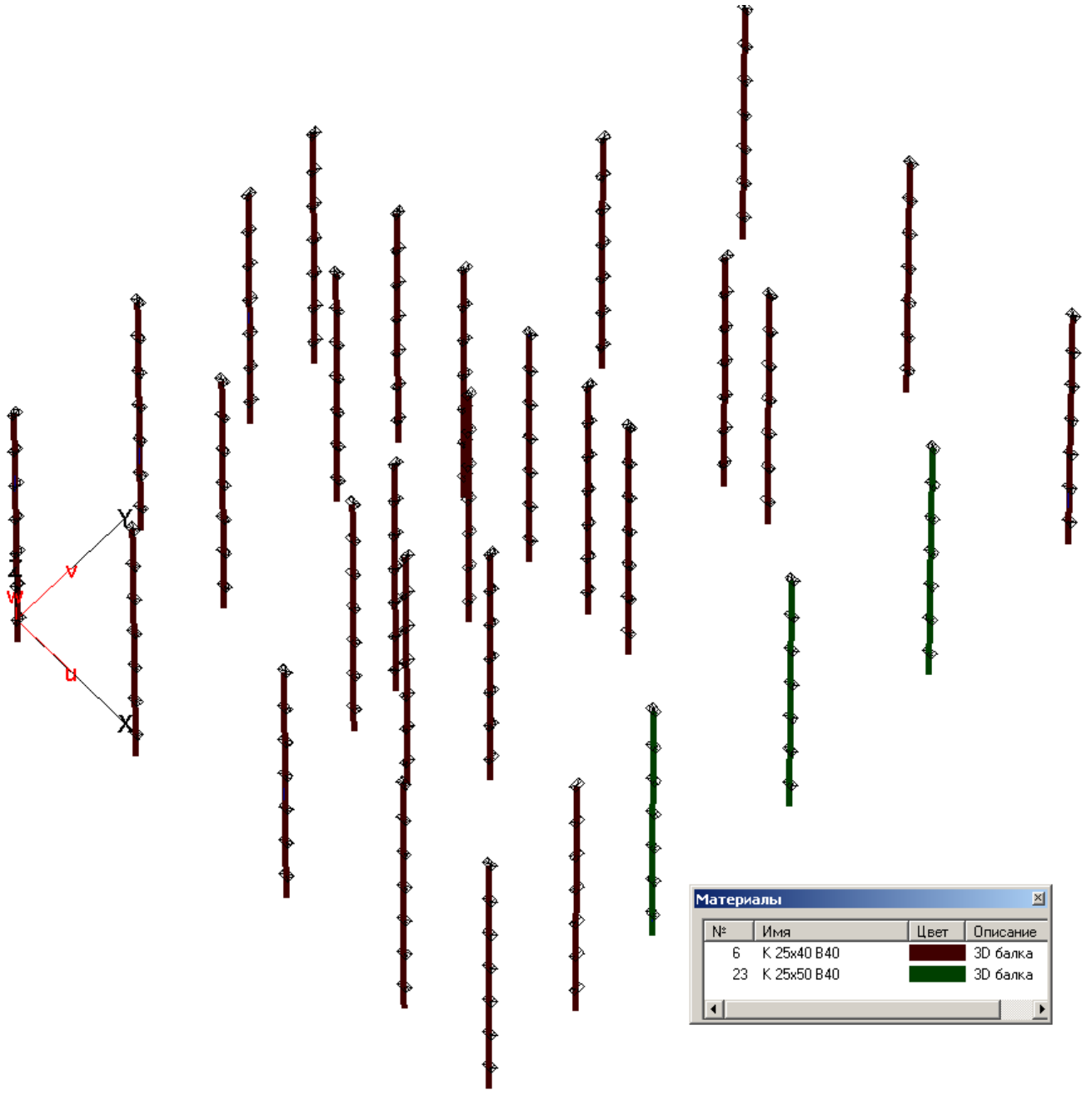
Схема армирования колонн



| | | | | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|--|--|--|--|--|--|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2



| № | Имя | Цвет | Описание |
|----|-------------|------|----------|
| 6 | К 25x40 В40 | | 3D балка |
| 23 | К 25x50 В40 | | 3D балка |

| | | |
|--------------|----------------|---------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | В зам. инв. № |
| | | |

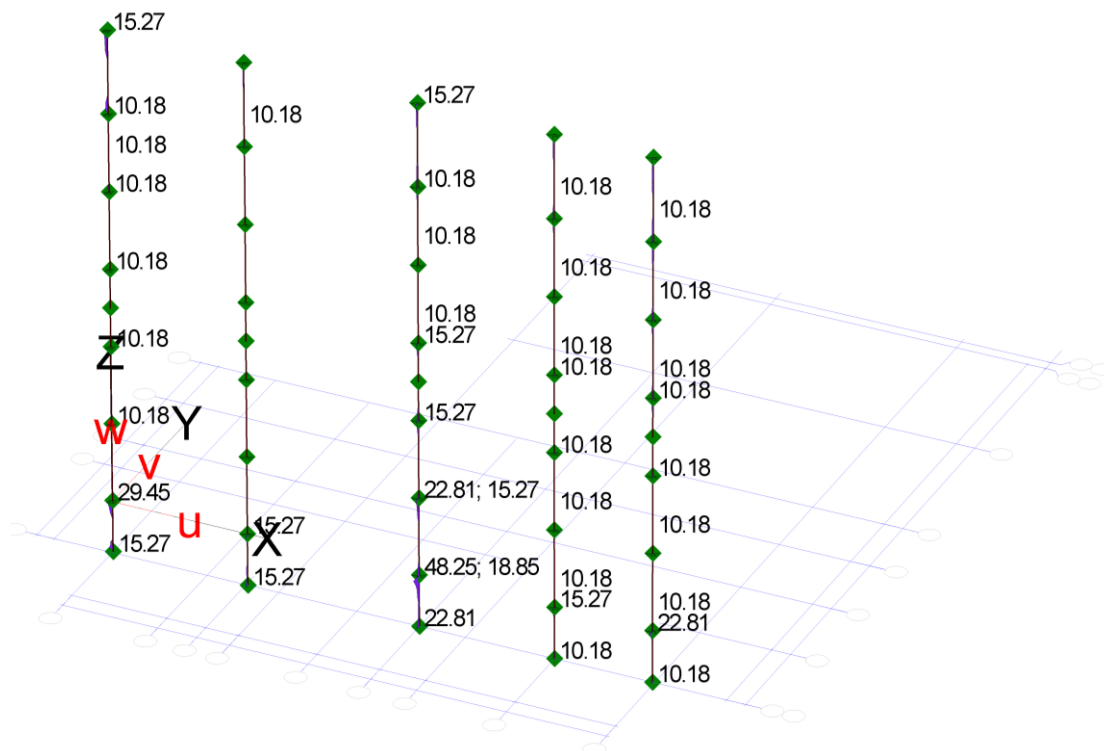
| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

3.3.1 Армирование колонн

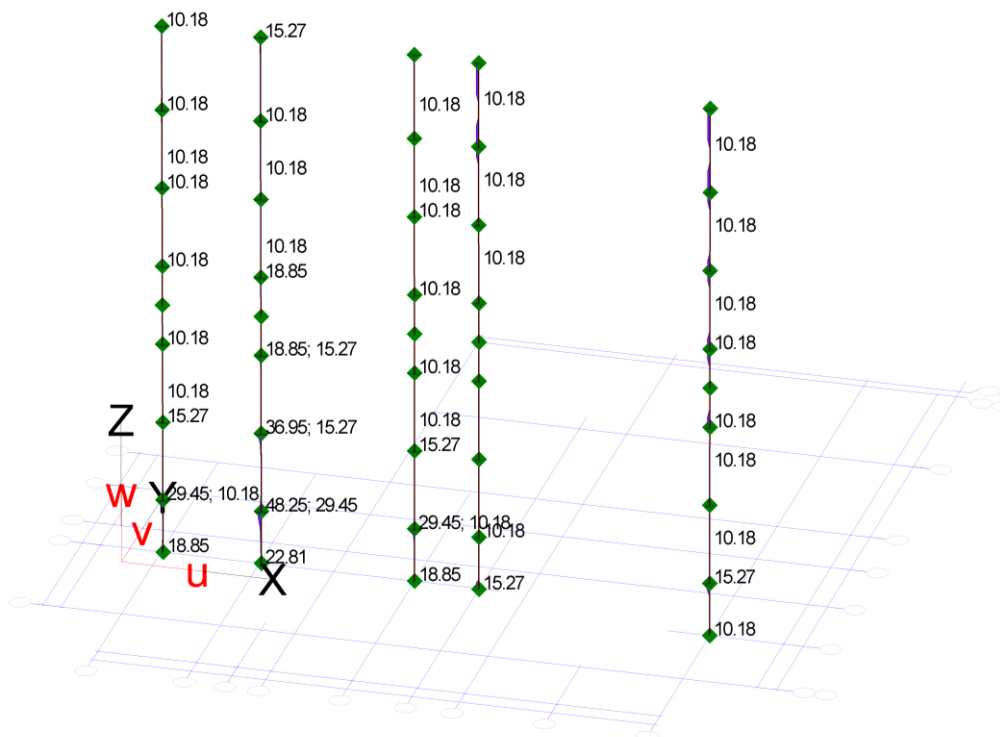
Результаты расчета армирования даны суммарно на всё сечение колонны, с учетом унификации в пределах этажа.

Армирование колонн по оси 1с



MAX (A_{s_summ}) = 48.25 см² (в КЭ-элементе 29330, коорд. сечения 0.000)

Армирование колонн по оси 2с, 3с



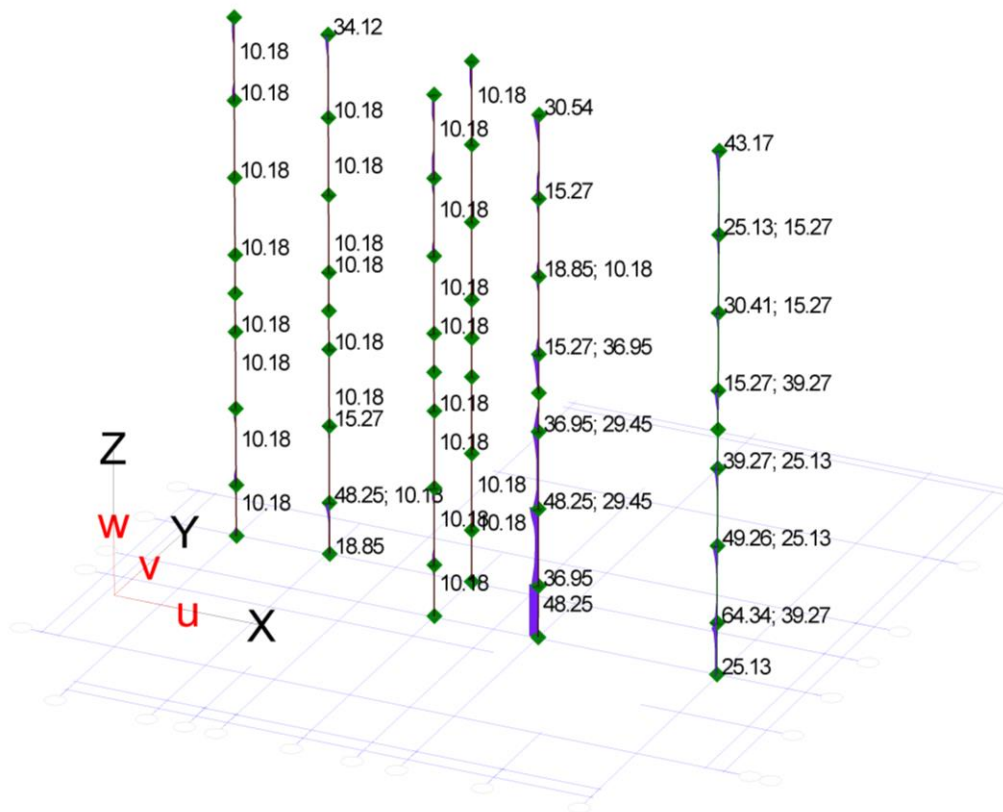
MAX (A_{s_summ}) = 48.25 см² (в КЭ-элементе 29334, коорд. сечения 0.000)

| | |
|---------------|----------------|
| Инва. № подл. | Взам. инв. № |
| | Подпись и дата |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
|------|------|------|---|-------|------|

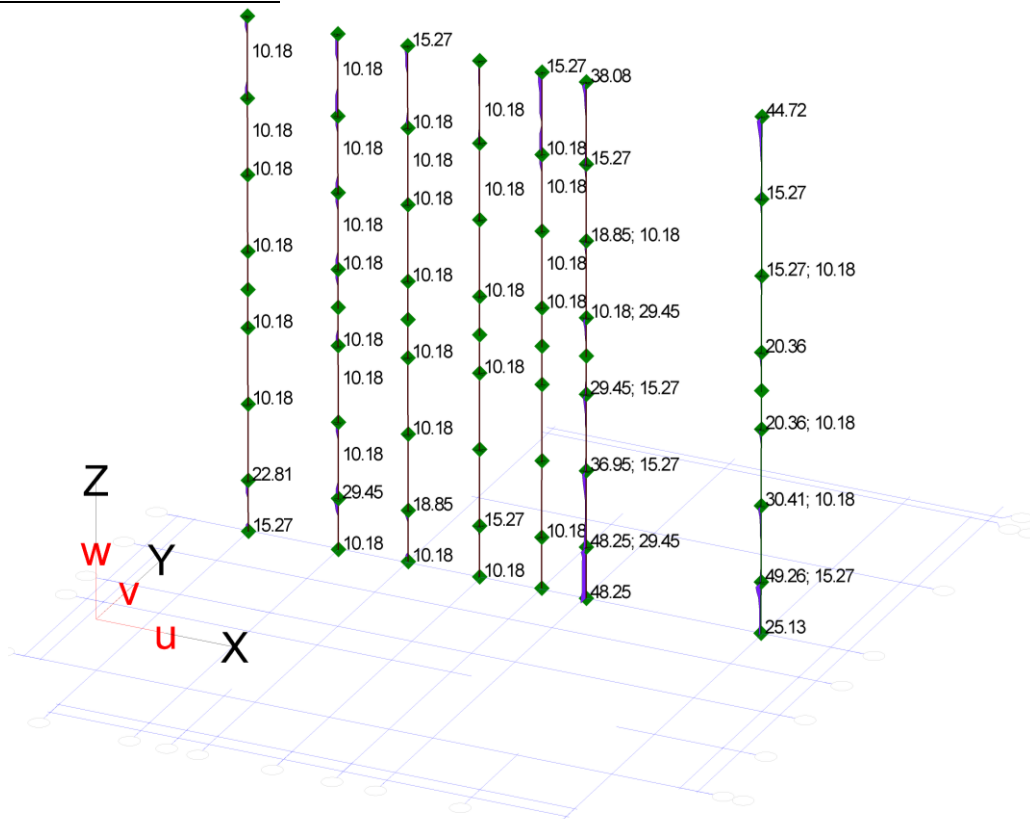
05/08-2019 ПР-РР2

Армирование колонн по оси 4с



MAX (As_summ) = 64.34 см² (в КЭ-элементе 29339, коорд. сечения 0.000)

Армирование колонн по оси 5с



MAX (As_summ) = 49.26 см² (в КЭ-элементе 29340, коорд. сечения 0.000)

| |
|----------------|
| Взам. инв. № |
| Подпись и дата |
| Инв. № подл. |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

3.4 Расчёт ригелей

Данные для расчета ригелей:

бетон класса В30 ГОСТ 26633-91;
 модуль упругости $E_b^0=3.25 \times 10^7$ кН/м²;
 коэффициент Пуассона $\mu=0.2$;
 нормативный объемный вес бетона $\gamma_0^H=2500$ кг/м³

Арматура:

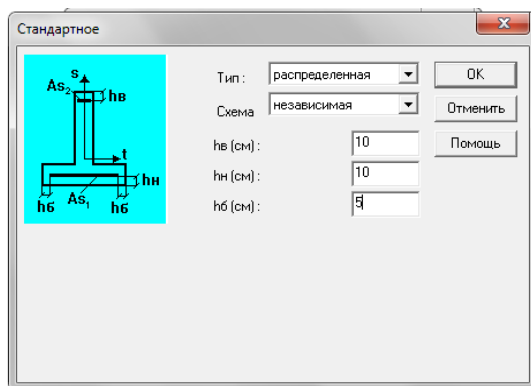
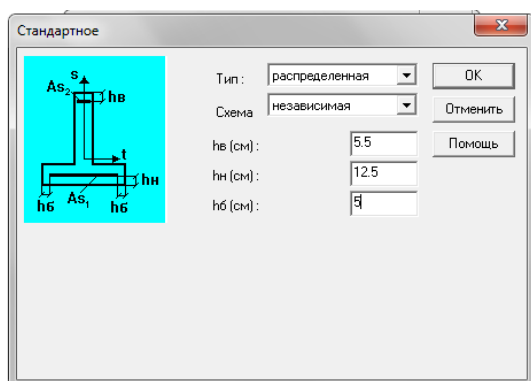
рабочая класса А-500С ГОСТ Р 52544-2006,
 распределительная класса А-500 ГОСТ Р 52544-2006.
 модуль упругости $E_s=2 \times 10^8$ кН/м²;

Армирование железобетонных стержней

Осуществляется расчёт по прочности железобетонных балок. Предварительно должны быть определены расчётные сочетания усилий.

Возможно решение следующих задач:

- определение теоретической арматуры по условию прочности;
- проверка прочности армированного сечения;
- подбор арматуры (раскладка);



Инв. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

4. Список использованной литературы

1. СП 20.13330.2016 “Нагрузки и воздействия”.
2. СП 63.13330.2012 “Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения”.
3. “Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций без предварительного напряжения ”.
4. Справочное пособие к СНиП 2.03.01-84 “Проектирование железобетонных сборно-монолитных конструкций
5. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».
6. Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения. М., Стройиздат, 1985г.

| | | | | | | | | |
|---------------|----------------|--------------|---|-------|------|-------------------|----|------|
| Инов. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | | Лист |
| | | | | | | 05/08-2019 ПР-РР2 | 95 | |
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | | | |

Приложение 1. Сертификат соответствия.

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ RA.RU.AB86.H01167

Срок действия с 10.06.2019 по 09.06.2022

№ 0351076

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ RA.RU.11AB86

ООО ЦСПС. Орган по сертификации программной продукции в строительстве
125057 г. Москва, Ленинградский проспект, дом 63, тел. (499) 157-1990

ПРОДУКЦИЯ Программный комплекс архитектурно-строительного проектирования зданий и сооружений Ing+ в составе программ MicroFe - СтаДиКон, СТАТИКА, ViCADO

код ОК

58.29.29.000

обеспечение программное прикладное прочее на электронном носителе, серийный выпуск

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ
ГОСТ Р ИСО 9127-94, разд.6, пп.6.1.1, 6.3.1, 6.5.1 – 6.5.3, 6.5.5;
ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, разд.3, пп.3.1.1, 3.1.3, 3.2.1 – 3.2.5;
ГОСТ Р ИСО 9126-93, разд.4, пп.4.1 - 4.4; ГОСТ 28195-89, разд.2, п.2.1 (пп.1.1, 1.2, 2.1 - 2.3, 3.1 - 3.3, 6.1, 6.2; ГОСТ 28806-90, разд.2, пп.13 – 16

код ТН ВЭД

ИЗГОТОВИТЕЛЬ ООО "ТЕХСОФТ"
ИНН 7731270630, Россия, 121467, г. Москва, ул. Молодогвардейская, д. 9, тел. (499) 120-11-33, (495) 960-22-83

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН ООО "ТЕХСОФТ", Россия, 121467, г. Москва, ул. Молодогвардейская, д. 9, тел. (499) 120-11-33, (495) 960-22-83

НА ОСНОВАНИИ

Заключения ООО ЦСПС № 01-22-19 от 06 июня 2019 г. на 17-и страницах.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Схема сертификации 3



Руководитель органа

Эксперт

[Signature]
подпись

С.Д.Ратнер

инициалы, фамилия

[Signature]
подпись

Т.Н.Бубнова

инициалы, фамилия

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

АС «ОПЦИОН», Москва, 2018. «В» лицензия № 05-05-09/003 ФНС РФ, тел. (495) 726-4742, www.opcion.ru

| | | |
|--------------|----------------|--------------|
| Изм. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
| | | |

| | | | | | |
|------|------|------|---|-------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата |
| | | | | | |

05/08-2019 ПР-РР2

Приложение 2. Протокол статического анализа.

ПРОТОКОЛ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (MicroFe 2018 (x64) -12092012/12092012)

--Характеристики системы

| Элементы | Узлы | Уравнения | Жесткости | Требуемая память |
|----------|--------|-----------|-----------|------------------|
| 109367 | 110092 | 406016 | 261748877 | 1996 Mbyte |

СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ:

| Опции для расчета | Актуально |
|------------------------------------|-----------|
| Оптимизация узлов | Да |
| Проверка требуемого места на диске | Да |
| Прерывание для подвижных систем | Да |
| Согласованные нагрузки | Да |

Нагружений : 19

--Место в памяти

| Рабочая память | Требуется | Доступно | |
|--------------------|------------|-----------|-----------------------|
| Маленький решатель | 322 Mbyte | да | |
| Место на диске | Требуется | Доступно | Дисковод:\Путь |
| Результаты | 119 Mbyte | 166 Gbyte | "d:\projekte_2018..." |
| Временные файлы | 2144 Mbyte | 166 Gbyte | "D:\fem\Block" |

--Обработка структуры : 7 сек

--Поэтапное возведение, этап 1

--Характеристики системы

| Элементы | Узлы | Уравнения | Жесткости | Требуемая память |
|----------|-------|-----------|-----------|------------------|
| 87500 | 87718 | 271772 | 239173738 | 1824 Mbyte |

--Обработка структуры : 3 сек

--Решение статической задачи

Время счета 39 сек

--Поэтапное возведение, этап 2

--Характеристики системы

| Элементы | Узлы | Уравнения | Жесткости | Требуемая память |
|----------|-------|-----------|-----------|------------------|
| 91134 | 91438 | 294092 | 250606903 | 1911 Mbyte |

--Обработка структуры : 3 сек

--Решение статической задачи

Время счета 40 сек

--Поэтапное возведение, этап 3

--Характеристики системы

| Элементы | Узлы | Уравнения | Жесткости | Требуемая память |
|----------|-------|-----------|-----------|------------------|
| 94763 | 95154 | 316388 | 259562153 | 1980 Mbyte |

--Обработка структуры : 3 сек

--Решение статической задачи

| | |
|--------------|--------------|
| Ивн. № подл. | Взам. инв. № |
| Изм. | Кол. |
| Лист | № |
| Подп. | Дата |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

97

Время счета 45 сек

--Поэтапное возведение, этап 4

--Характеристики системы

| Элементы | Узлы | Уравнения | Жесткости | Требуемая память |
|----------|-------|-----------|-----------|------------------|
| 98392 | 98870 | 338684 | 256316609 | 1955 Mbyte |

--Обработка структуры : 3 сек

--Решение статической задачи

Время счета 44 сек

--Поэтапное возведение, этап 5

--Характеристики системы

| Элементы | Узлы | Уравнения | Жесткости | Требуемая память |
|----------|--------|-----------|-----------|------------------|
| 102021 | 102586 | 360980 | 255565107 | 1949 Mbyte |

--Обработка структуры : 4 сек

--Решение статической задачи

Время счета 45 сек

--Поэтапное возведение, этап 6

--Характеристики системы

| Элементы | Узлы | Уравнения | Жесткости | Требуемая память |
|----------|--------|-----------|-----------|------------------|
| 105650 | 106302 | 383276 | 259665979 | 1981 Mbyte |

--Обработка структуры : 3 сек

--Решение статической задачи

Время счета 49 сек

--Поэтапное возведение, этап 7

--Характеристики системы

| Элементы | Узлы | Уравнения | Жесткости | Требуемая память |
|----------|--------|-----------|-----------|------------------|
| 109367 | 110092 | 406016 | 261748877 | 1996 Mbyte |

--Обработка структуры : 3 сек

--Решение статической задачи

Время счета 58 сек

--Нагрузка / Опорные реакции

| Н/Н | Rx / Ax [Kn] | Py / Ay [Kn] | Pz / Az [Kn] |
|-----|------------------|------------------|----------------------|
| 1 | 0.00 / 0.00 | -0.00 / 0.00 | -42009.86 / 42009.85 |
| 2 | 0.00 / -0.00 | 0.00 / 0.00 | -6753.87 / 6753.87 |
| 3 | 0.00 / -0.00 | 0.00 / 0.00 | -11740.86 / 11740.86 |
| 4 | 0.00 / -0.00 | 0.00 / -0.00 | -11422.03 / 11422.03 |
| 5 | 2.66 / -2.66 | 257.01 / -257.01 | -2196.27 / 2196.27 |
| 6 | 0.00 / -0.00 | 0.00 / -0.00 | -4394.57 / 4394.57 |
| 7 | -0.00 / -0.00 | -0.00 / 0.00 | -4520.45 / 4520.45 |
| 8 | -0.00 / -0.00 | -0.00 / 0.00 | -4567.49 / 4567.49 |
| 9 | 0.00 / -0.00 | 0.00 / 0.00 | -2407.09 / 2407.09 |
| 10 | 18.13 / -18.13 | 289.17 / -289.17 | 0.00 / 0.00 |
| 11 | -51.36 / 51.36 | -228.10 / 228.10 | 0.00 / -0.00 |
| 12 | 343.39 / -343.39 | -137.78 / 137.78 | 0.00 / 0.00 |
| 13 | -342.06 / 342.06 | -169.67 / 169.67 | 0.00 / -0.00 |
| 14 | 32.06 / -32.06 | 546.19 / -546.19 | 0.00 / 0.00 |
| 15 | -90.84 / 90.84 | -430.85 / 430.85 | 0.00 / -0.00 |
| 16 | 596.39 / -596.39 | -263.72 / 263.72 | 0.00 / 0.00 |
| 17 | -594.08 / 594.08 | -324.76 / 324.76 | 0.00 / -0.00 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|------|------|------|---|-------|------|--|
| Ивн. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | | | |
| | | | Изм. | Кол. | Лист | № | Подп. | Дата | |

05/08-2019 ПР-РР2

Лист

98

| | | | |
|-------|----------------|------------------|------------------------|
| 18 | 0.00 / -0.00 | 0.00 / 0.00 | -0.59 / 0.59 |
| 19 | 0.00 / -0.00 | 0.00 / 0.00 | -82414.87 / 82414.87 |
| Сумма | -85.71 / 85.71 | -462.52 / 462.52 | -172427.95 / 172427.94 |

--Формирование результатов : 4 сек

--Статический анализ завершен
Расчетное время : 353 сек

*** Расчет успешно завершен ***

| | | | | | | | | |
|---------------|----------------|--------------|------|------|------|---|-------------------|-------|
| Инва. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | | | | | 05/08-2019 ПР-РР2 | Лист |
| | | | Изм. | Кол. | Лист | № | | Подп. |