

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
Липецкая область
г. Липецк

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«СТРОЙПРОЕКТ-М»



«Скалодром по адресу: г. Москва, Международная ул.,
12, Красногорск, МКАД, 66-й км, ТРЦ Vegas, 5й этаж,
помещение 5-30» оси 13-16; А-Д

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

19-26-PP2

Расчет деревянных конструкций скалодрома

2019

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
Липецкая область
г. Липецк

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«СТРОЙПРОЕКТ-М»



«Скалодром по адресу: г. Москва, Международная ул.,
12, Красногорск, МКАД, 66-й км, ТРЦ Vegas, 5й этаж,
помещение 5-30» оси 13-16; А-Д

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

19-26-PP2

Расчет деревянных конструкций скалодрома

Директор

А.А. Кафанов

Главный инженер проекта

А.А. Кафанов

2019

РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ СКАЛОДРОМА

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение | 2 |
| Общие сведения | 5 |
| Жесткостные характеристики..... | 7 |
| Сбор нагрузок..... | 7 |
| Перемещения конструкции..... | 8 |
| Усилия в нижней точке крепления конструкций | 10 |
| Усилия в верхней точке крепления конструкций..... | 10 |
| Проверка существующей плиты перекрытия | 11 |
| Выводы..... | 13 |

| | | | | | | | | |
|----------|------|----------|-------|------|--|-------------------|------|--------|
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | 19-26-PP2 | Стадия | Лист | Листов |
| | | | | | | | | |
| Разраб. | ... | | | | Расчет конструкций болдеринга сечение 36-38 | ООО «Стройпроект» | | |
| Проверил | ... | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Введение

Расчет выполнен программным комплексом "ЛИРА".

В основу расчета положен метод конечных элементов в перемещениях. В качестве основных неизвестных приняты следующие перемещения узлов:

X линейное по оси X;

У линейное по оси У;

Z линейное по оси Z ;

UX угловое вокруг оси X;

UY – угловое вокруг оси Y;

UZ угловое вокруг оси Z.

В ПК "ЛИРА" реализованы положения следующих разделов СНиП (с учетом изменений на 1.01.97):

СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»;

СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»;

СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции»

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ;

Тип 41. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки;

Тип 42. Универсальный треугольный КЭ оболочки.

Тип 44. Универсальный четырехугольный КЭ оболочки;

Индексация и правила знаков усилий в конечных элементах

Для фиксации местоположения конечного элемента в схеме служит общая система координат X, Y, Z .

Местная система координат $X1, Y1, Z1$ необходима для задания жесткостных характеристик, для ориентации местной нагрузки, главных осей инерции в сечении стержня, усилий и напряжений, возникающих в элементе.

Локальные оси X_2 , Y_2 , Z_2 задаются для узлов при необходимости приложения нагрузки или задания связи по направлению, не совпадающему ни с одной из осей глобальной системы координат, а также при необходимости получить перемещения узлов в системе координат, отличной от глобальной.

Каждая система координат являются правой декартовой.

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

Н осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению;

МК крутящий момент относительно оси $X1$. Положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси $X1$, на сечение, принадлежащее концу стержня;

МУ изгибающий момент относительно оси Y1. Положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня;

M_Z изгибающий момент относительно оси Z_1 . Положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z_1 , на сечение, принадлежащее концу стержня;

| | | | | | | |
|--------------|--|-------------|-------|------|---|-----------|
| Взам. инв. № | Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ. Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий: N осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению; МК крутящий момент относительно оси X1. Положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X1, на сечение, принадлежащее концу стержня; МУ изгибающий момент относительно оси Y1. Положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня; MZ изгибающий момент относительно оси Z1. Положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1, на сечение, принадлежащее концу стержня; | | | | | |
| | Подп. и дата | | | | | |
| Инов. №подл. | | | | | | |
| | | | | | | 19-26-PP2 |
| Изм | Лист | № документа | Подп. | Дата | 2 | |

QY перерезывающая сила вдоль оси Y1. Положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Y1 для сечения, принадлежащего концу стержня;
QZ перерезывающая сила вдоль оси Z1. Положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Z1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

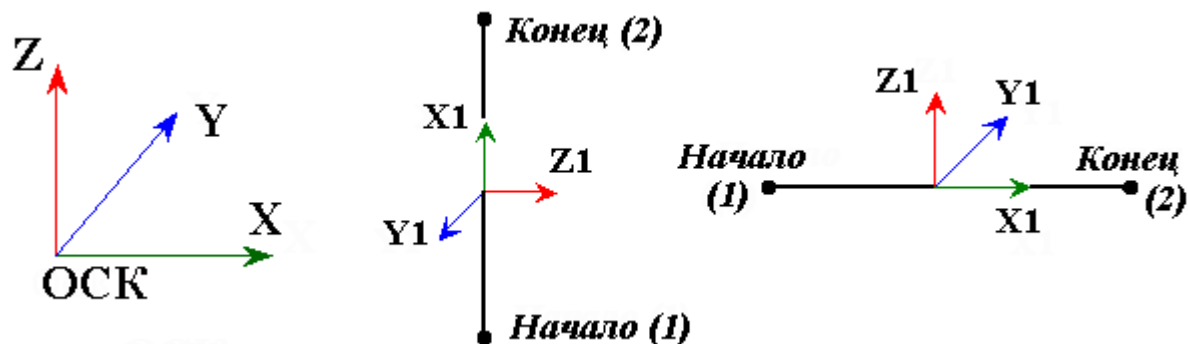


Рисунок 1 Направление осей

Типы 41 44. Элементы плиты-оболочки

Для всех плоскостных КЭ ось X1 направлена от первого узла ко второму. Для прямоугольных элементов плиты и оболочки ось Y1 направлена от первого узла к третьему. Для треугольных и четырехугольных элементов оболочки ось Y1 ортогональна оси X1 и расположена в плоскости элемента.

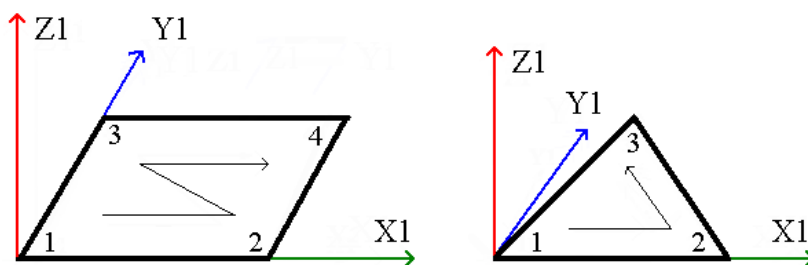


Рисунок 2. Направление осей

Конечные элементы воспринимает следующие виды усилий, напряжений и реакций:

N_x , N_y – нормальное напряжение вдоль осей X1 и Y1 соответственно. Положительный знак соответствует растяжению;

T_{xy} – сдвигающее напряжение, параллельное оси X1 и лежащее в плоскости, параллельной X1OZ1. Положительный знак усилия определяет удлинение диагонали 1 – 4 (медианы, выходящей из узла 1, для треугольного конечного элемента типа 42);

M_x , M_y – изгибающий момент, действующий на сечения, ортогональные осям X1 и Y1 соответственно. Положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1);

M_{xy} – крутящий момент. Положительный знак определяет кривизну диагонали 1 – 4, направленной выпуклостью вниз (относительно оси Z1). Для треугольного элемента типа 42 – медианы, выходящей из узла 1;

Q_x – перерезывающая сила вдоль оси Z1 в сечении, ортогональном оси X1. Положительный знак определяет совпадение направления силы с направлением оси Z1 на той части элемента, в которой отсутствует узел 1;

Q_y – перерезывающая сила вдоль оси Z1 в сечении, ортогональном оси Y1. Положительный знак определяет совпадение направления силы с направлением оси Z1 на той части элемента, в которой отсутствует узел 1;

| | | | | | | | |
|--------------|--|---|------|-------------|-------|-----------|------|
| Взам. инв. № | | Мх, Му – изгибающий момент, действующий на сечения, ортогональ-ные осям Х1 и Y1 со- ответственно. Положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1); | | | | | |
| | | Мху – крутящий момент. Положительный знак определяет кривизну диагонали 1 – 4, направленной выпуклостью вниз (относительно оси Z1). Для треугольного элемента типа 42 – медианы, выходящей из узла 1; | | | | | |
| Подп. и дата | | Qх – перерезывающая сила вдоль оси Z1 в сечении, ортогональном оси Х1. Положительный знак определяет совпадение направления силы с направлением оси Z1 на той части элемента, в которой отсутствует узел 1; | | | | | |
| | | Qу – перерезывающая сила вдоль оси Z1 в сечении, ортогональном оси Y1. Положительный знак определяет совпадение направления силы с направлением оси Z1 на той части элемента, в которой отсутствует узел 1; | | | | | |
| Инв. №подл. | | | | | | 19-26-PP2 | Лист |
| | | | | | | | |
| | | Изм | Лист | № документа | Подп. | Дата | |

R_z – реактивный отпор грунта при расчете оболочек на упругом основании. Положительное усилие действует по направлению оси $Z1$.

Модуль армирования «ОБОЛОЧКА»

Производится расчет элемента по 2-м группам предельных состояний:

по несущей способности (I группа предельных состояний);

по пригодности к нормальной эксплуатации (II группа предельных состояний).

ПК «ЛИРА» позволяет изменить направление оси $Z1$ в элементах расчетной схемы, также допускает возможность согласования ориентации местных осей $X1$, $Y1$ поворотом относительно оси $Z1$. При этом полученные в результате расчета усилия и напряжения, а также направление армирования будут ориентированы относительно согласованных местных осей.

Алгоритм расчёта армирования плитных элементов типа «ОБОЛОЧКА», реализованный в ЛирАРМ-е, основан на теории деформирования железобетона с трещинами дтн Н.И.Карпенко.

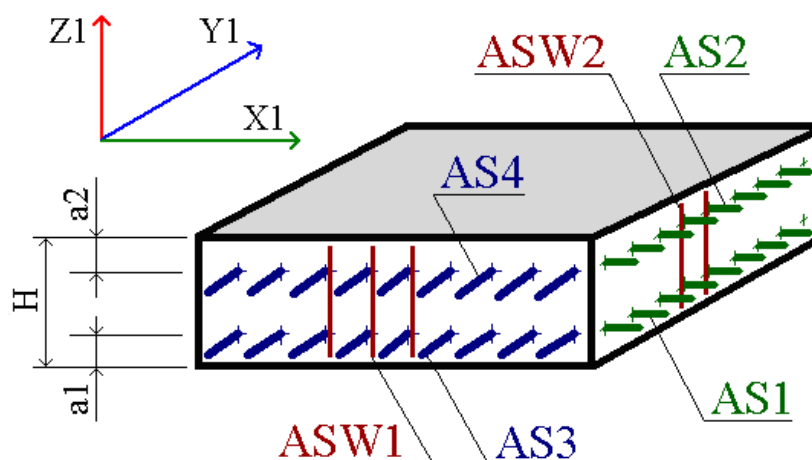


Рисунок 3. Схема расположения арматуры в элементе оболочки

- AS1 – нижняя арматура вдоль оси $X1$;
- AS2 – верхняя арматура вдоль оси $X1$;
- AS3 – нижняя арматура вдоль оси $Y1$;
- AS4 – верхняя арматура вдоль оси $Y1$;
- ASW1 – поперечная арматура вдоль оси $X1$;
- ASW2 – поперечная арматура вдоль оси $Y1$.

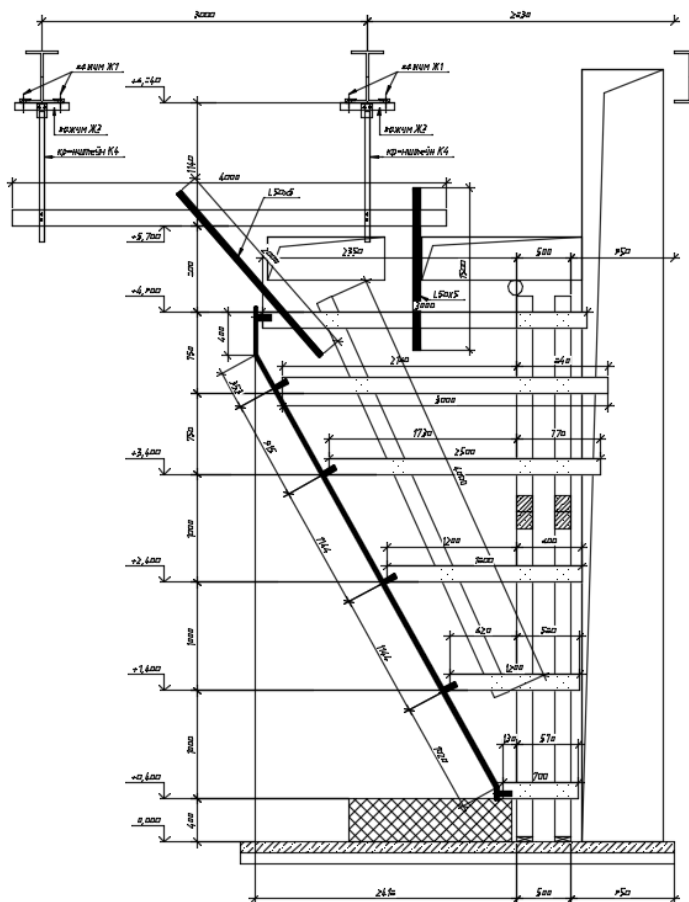
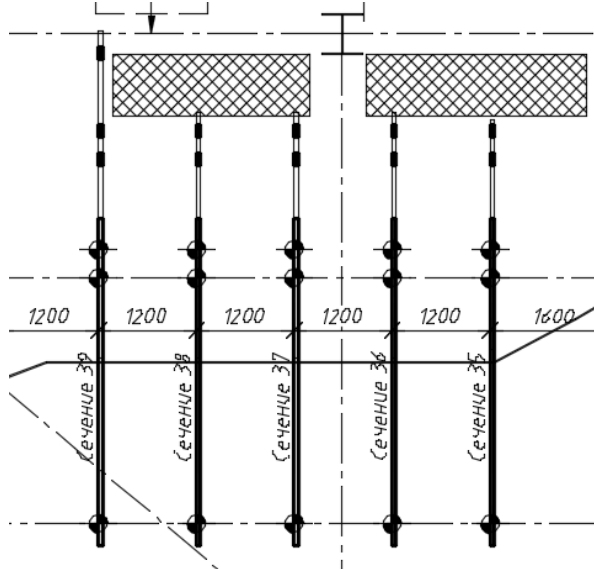
| | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------|-------|------|-----------|--|--|--|--|------|
| Инв. №подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Изм | Лист | № документа | Подп. | Дата | 19-26-PP2 | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 4 |

Общие сведения

Статический расчет конструкций болдеринга выполнен, как для наиболее нагруженного, а именно для сечения 36-38 по графической части проекта.

Ниже представлена общая схема конструкций (вид сверху, вид сбоку)

Покрытие поверхности скалодрома – фанера



| | | | | | | |
|------|------|-------------|-------|------|-----------|------|
| Изм. | Лист | № документа | Подп. | Дата | 19-26-PP2 | Лист |
| | | | | | | 5 |

Рис. 1 Общий вид 3D (пространственная модель)

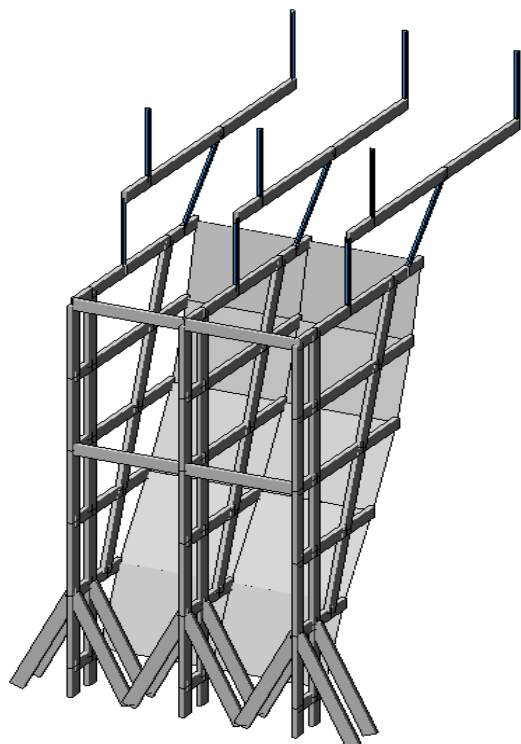
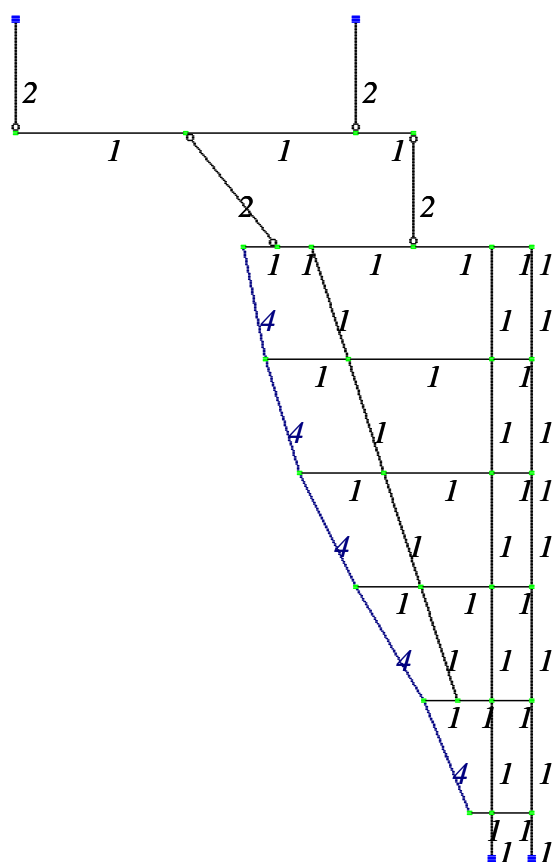


Рис. 2 Общий вид (конечноэлементная модель, плоскость zx, «цифра – номер жесткости»)



| | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------|-----|------|-------------|-------|-----------|--|------|
| Инв. №подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | | | | | 19-26-PP2 | | Лист |
| | | | Изм | Лист | № документа | Подп. | Дата | | 6 |

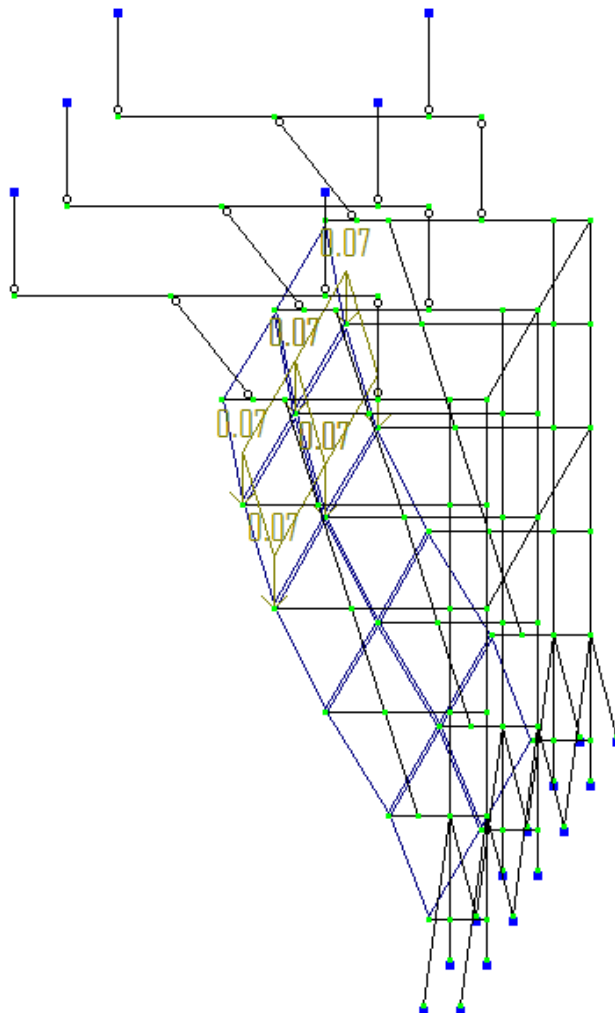
Жесткостные характеристики

| Тип жесткости | Имя | Параметры (сечения- (см) жесткости- (т,м) расп.вес- (т,м)) |
|---------------|-----------------------|--|
| 1 | Брус 5 X 15 | Ro=0.5,E=500000,Gf=0 |
| | | B=5,H=15 |
| 2 | параллельно полкам 50 | q=0.00376646 |
| | | EF=10083,EIy=2.35 |
| | | EIz=2.35,GIk=0.0348 |
| | | Y1=0.652,Y2=1.64,Z1=0.652,Z2=1.64,RU_Y=0,RU_Z=0 |
| 4 | Пластина Н 1.5 | E=200000,V=0.065,H=1.5,Ro=0.55 |

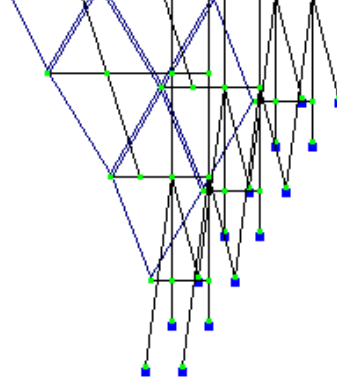
Сбор нагрузок

Загружение 1. Собственный вес (нагрузка задается программно)

Загружение 2. Полезная нагрузка – 80 кг на одной дорожке скалодрома
(70 кг на участке 1,0х1,2 м)



| | | | | | | |
|--------------|------|-------------|-------|------|-----------|------|
| Изм. | Лист | № документа | Подп. | Дата | 19-26-PP2 | Лист |
| | | | | | | 7 |
| Интв. №подл. | | | | | | |
| Подп. и дата | | | | | | |
| Взам. инв. № | | | | | | |

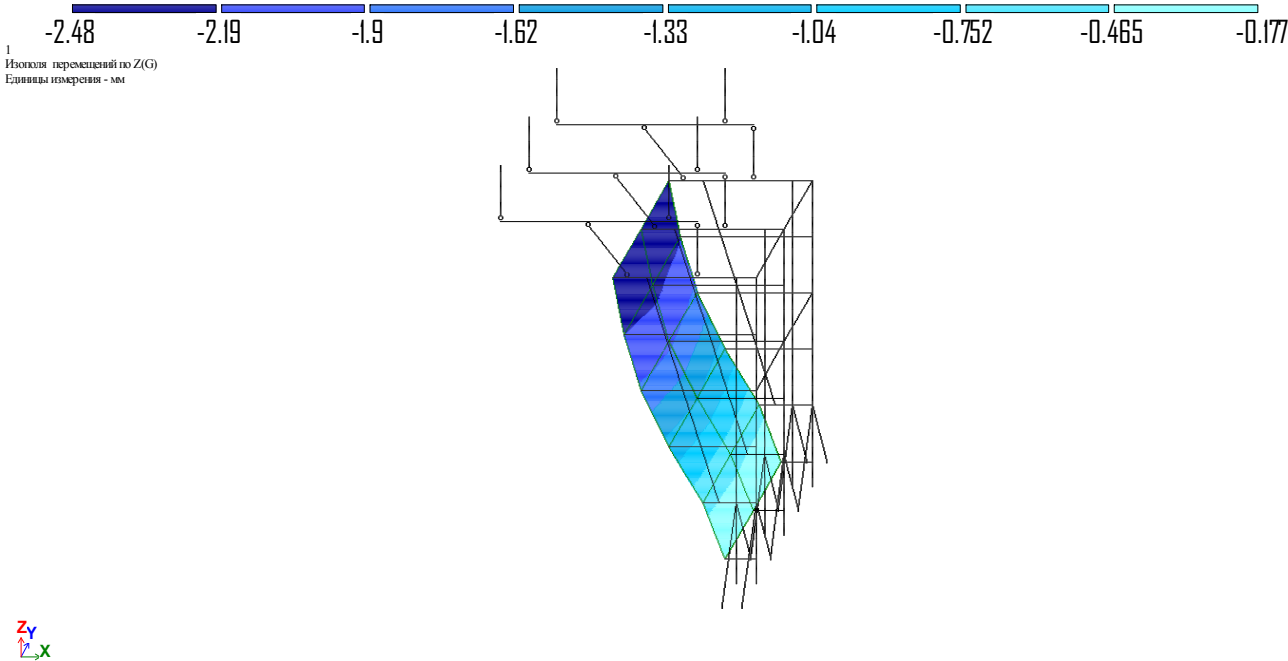


Перемещения конструкции

Для определения перемещений конструкции созданы РСН «расчетные сочетания нагрузки»

| | N загруз. | Наименование | Вид | Знакоперем. | Взаимоискл. | Козф. надежн. | Доля длительн. | 1 |
|---|-----------|--------------|-------------------|-------------|-------------|---------------|----------------|-----|
| 1 | 1 | собств | Постоянное (Р) | + | | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 2 | 2 | 1 человек | Длит. прочие (Рl) | + | | 1.2 | 1.0 | 1.0 |

Рис. 1 Перемещения по оси z (вертикальные)



Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

19-26-PP2

Лист

8

Изм

Лист

№ документа

Подп.

Дата

Рис. 2 Перемещения по оси x (горизонтальные)

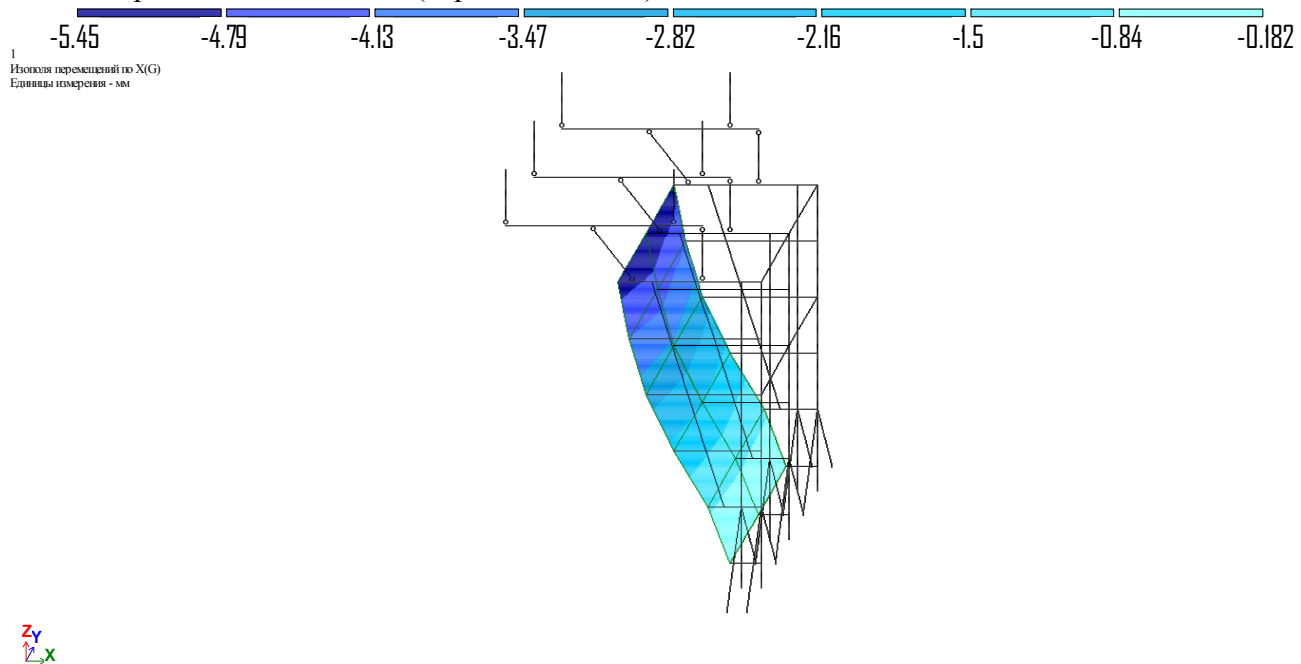
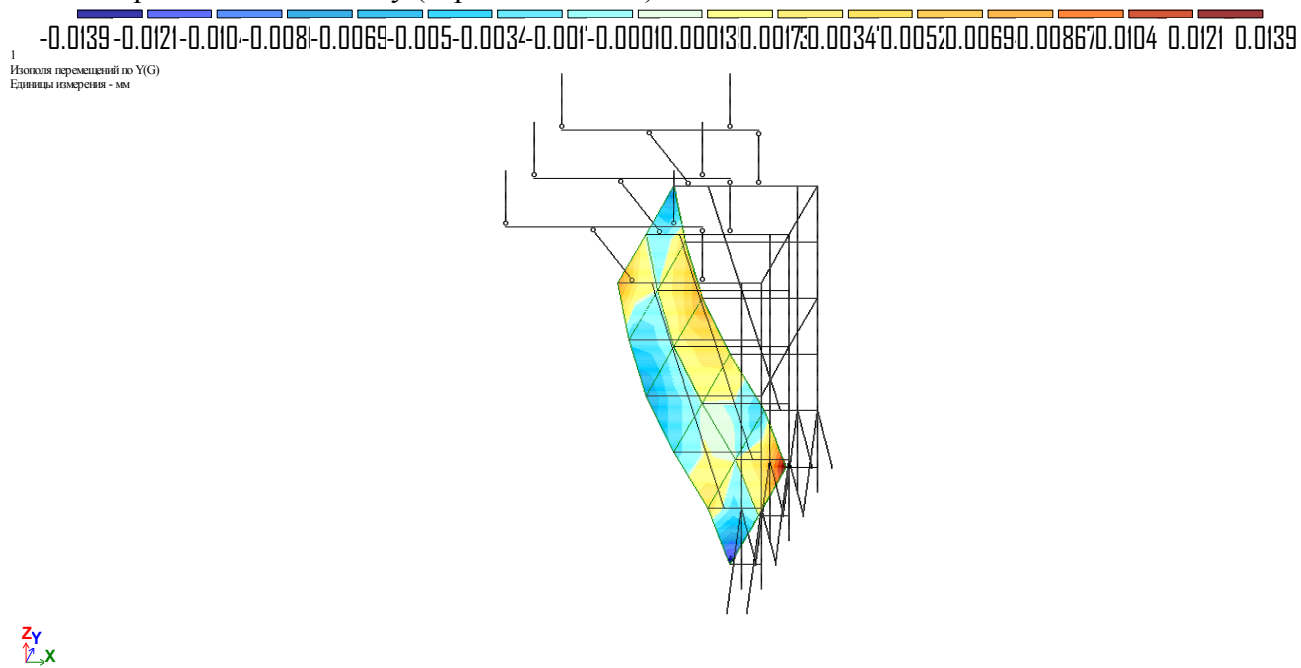
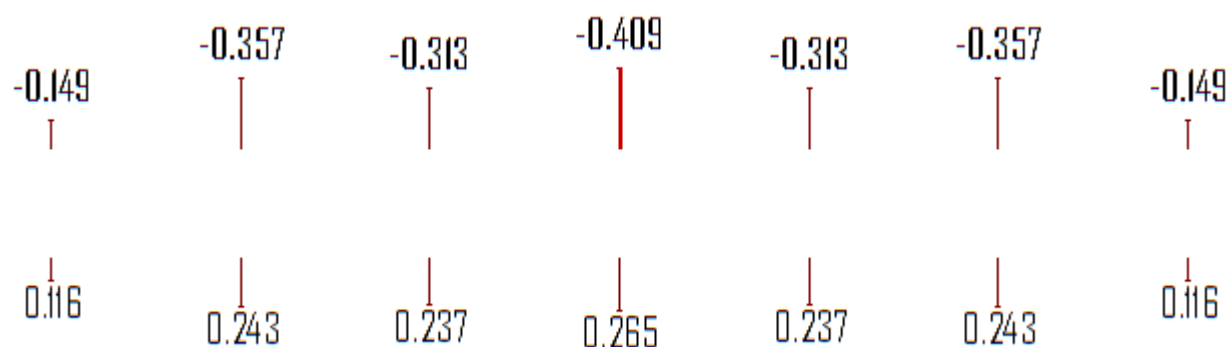


Рис. 3 Перемещения по оси y (горизонтальные)



| | | | | | | |
|-----|------|-------------|-------|------|-----------|------|
| Изн | Лист | № документа | Подп. | Дата | 19-26-PP2 | Лист |
| | | | | | | 9 |
| | | | | | | |

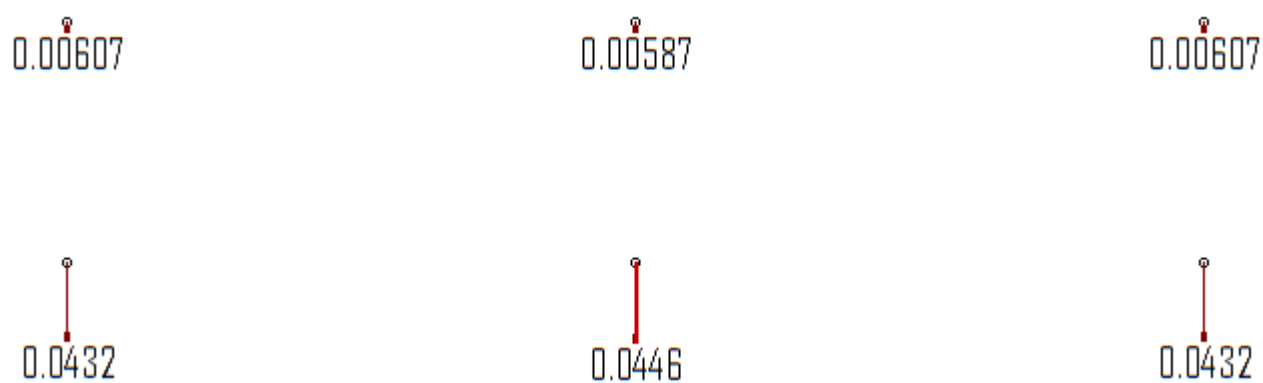
Усилия в нижней точке крепления конструкций



Максимальное усилие сжатия «-0,409»

Максимальное усилие растяжения «+0,265»

Усилия в верхней точке крепления конструкций



Максимальное усилие «+0,04»

| | | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------|-------|------|-----------|------|--|
| Инв. №подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Изм | Лист | № документа | Подп. | Дата | 19-26-PP2 | Лист | |
| | | | | | | 10 | |

Проверка существующей плиты перекрытия

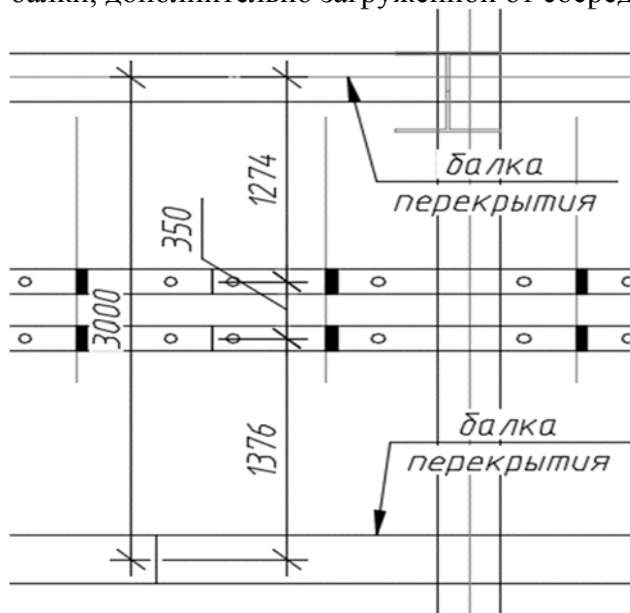
Пролет плиты перекрытия (балки) – 3 м

По проекту стойки скалодрома перераспределяются на плиту перекрытия через деревянный лежень, принимаем для расчета, что нагрузка от стойки передается минимум на 2 волны профлиста.

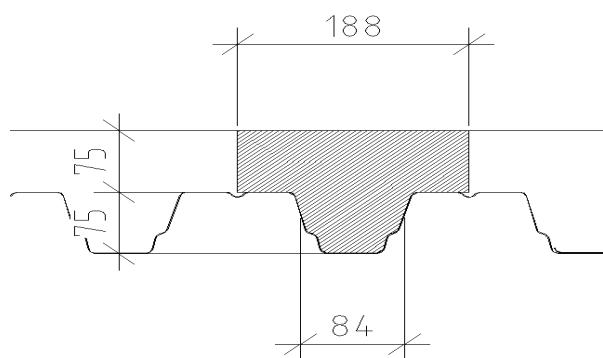
Сжатие: $0,409/2=0,20$ т

Растяжение $0,265/2=0,13$ т

Целью расчета является проверить несущую способность «волны» жб плиты существующей балки, дополнительно загруженной от сосредоточенной нагрузки оборудования



Для сбора нагрузок «вычленим» расчетную площадь, приходящуюся на одну волну.



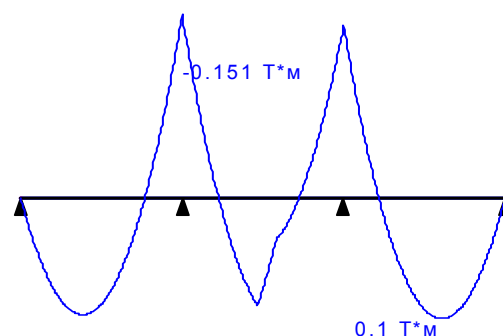
собственный вес $0,0196*2,5*1,05=0,05$ т/м

полезная нагрузка $0,187*0,5=0,094$ т/м

сосредоточенная нагрузка от конструкции (на одну волну) – 0,20 т; +0,13 т

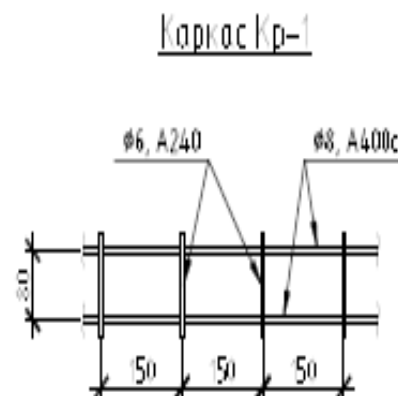
| | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------|-------|------|---------------|---|
| Инв. №подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | | | <div>84</div> | <p>собственный вес $0,0196 \cdot 2,5 \cdot 1,05 = 0,05$ т/м полезная нагрузка $0,187 \cdot 0,5 = 0,094$ т/м сосредоточенная нагрузка от конструкции (на одну волну) – 0,20 т; +0,13 т</p> |
| | | | | | | |
| Изм | Лист | № документа | Подп. | Дата | 19-26-PP2 | Лист |
| | | | | | | 11 |

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



Tun 2
профиль по ГОСТ 10111

500
75
50
50
Сетка С2
187,5
187,5
30
профлист Н75-750-0,8
Каркас Кр-1, в каждой гофре профнастила, шаг 187,5



12

Выводы

1. Допускаемые нагрузки, согласно статического расчета для данного сечения, составляют 1 человек на 1 м ширины подъема скалодрома (величина нагрузки порядка 80 кг)
2. В расчете рассматривалась наиболее из худших комбинаций (минимальное расстояние между стойками, максимальный наклон поверхности скалодрома), прочие сечения, являющиеся более устойчивыми имеют усилия в основании в 2-3 раза меньше рассматриваемых.
3. Нагрузка на перекрытие от стоек скалодрома составляет:
сжатие: -0,40 т;
растяжение: +0,27 т
4. Нагрузка на вышестоящие балки перекрытия составляет: 0,04 т
5. Несущая способность плиты перекрытия от дополнительной нагрузки обеспечена

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|-------|------|-----------|------|
| Изм | Лист | № документа | Подп. | Дата | 19-26-PP2 | Лист |
| | | | | | | 13 |
| | | | | | | |