

**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Архитектурно-строительный институт

Кафедра

«Строительные конструкции и сооружения»

**Работа проверена**

**Допустить к защите**

Рецензент

Заведующий кафедрой Мишнев М.В.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

Тема: \_\_\_ Механизированный склад усреднения ЖРС пролётом 99 м в г. Магнитогорск \_\_\_

**ЮУрГУ-Д**

**000 ПЗ**

Консультанты:

Руководитель работы

*по архитектуре*

\_\_\_ Анкудинов В. В., ст. преп. \_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*по технологии строит. произ-ва*

Автор работы

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

студент группы \_АСИ-696\_

\_\_\_ Чекменёв \_

*по организации строительства*

\_\_\_ Андрей \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_ Дмитриевич \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Нормоконтролер

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Челябинск  
2018

## Введение.

В 2017 году Главгосэкспертиза России одобрила проект строительства в Челябинской области новой аглофабрики Магнитогорского комбината. В комплекс работ по проекту входило строительство отделений приема и подготовки сырья, аглоцеха, системы десульфурации дымовых газов, энергообъектов, транспортной инфраструктуры, и прочих сооружений.

Магнитогорский металлургический комбинат – один из крупнейших в мире производителей стали и лидер среди предприятий черной металлургии России.

Суммарная производительность агломерационного подразделения горнообогатительного производства «Магнитки» на сегодняшний день составляет 11,3 млн. т агломерата в год.

Цель строительства новой фабрики – вывод из эксплуатации физически и морально устаревшей аглофабрики и повышение качества производимого агломерата. Проект предполагает размещение аглофабрики на удаленной от жилых массивов площадке, что позволит максимально сократить негативное воздействие нового производства на здоровье жителей города.

Новое оборудование позволит повысить эффективность переработки аглосырья в доменном цехе. Фабрика будет производить охлажденный, стабилизированный по фракционному составу агломерат с содержанием железа в агломерате 58,1%. Суммарный объем выпуска продукции агломерационным производством достигнет 12,6 млн т в год.

Агломерационная фабрика предназначена для получения офлюсованного агломерата из: руды, концентрата, отходов металлургического производства руд, флюсов и топлива. После их подготовки, спекания и сортировки кондиционный агломерат отправляют в доменные цеха.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		7



*Рисунок 1. Агломерат*

Для получения агломерата в состав фабрики входят подразделения:

- корпусов для разгрузки вагонов с сыпучими материалами;
- складов для усреднения и хранения материалов;
- корпусов для дробления известняка и измельчения топлива;
- корпусов для дозирования компонентов шихты;
- корпусов для смешивания и окомкования агломерационной шихты;
- корпусов спекания, охлаждения и сортировки агломерата.

Для производства агломерата на склады агломерационной фабрики поступают руды (до 60% Fe), концентрат (до 70% Fe), которые подают на усреднительные склады, производят укладку материала штабель и его забор из штабеля с целью усреднения рудной части шихты по гранулометрическому составу.

Офлюсованный агломерат является основным железосодержащим продуктом для производства жидкого чугуна, из которого в кислородно-конверторных цехах в соответствии со стандартами получают стали различного назначения. От качества (химического, гранулометрического состава, технического анализа) агломерата зависит качество продукции на последующих переделах. Основная масса агломерата, поставляемая в доменные цеха содержит 50–55 % Fe. Для выполнения заказа сталеплавильного цеха по выплавке

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		8

заданной марки стали в несколько тысяч тонн аглофабрика должна поставлять в доменный цех в течении нескольких дней агломерат с минимальным отклонением от заданного содержания железа 0,5–1,0 % и других параметров.

На агломерационной фабрике при составлении агломерационной шихты к спеканию по химическому анализу из различных компонентов необходимо чтобы каждый компонент в течении продолжительного времени поступал на смешивание однородным по гранулометрическому составу, т. е. при регулярном контроле в макро и микро объеме шихты содержание крупных и мелких частиц (фракций) должно быть в пределах допустимого отклонения.

Руды и концентраты, поступающие в вагонах на аглофабрику, как правило, отвечают требованию по гранулометрическому составу. Однако, при их разгрузке, транспортировке и укладке в штабель однородность распределения гранул нарушается. Это связано с тем, что при формировании штабеля ленточным конвейером высотой 12–15 м в его центральной части сосредотачиваются мелкая фракция, а крупная – скатывается к основанию конуса или гребня. При этом в крупных кусочках рудного материала с размерами 8 – 10 мм по сравнению с мелкими 3 – 5 мм содержание железа меньше что на 1.5 – 2.0 %.

Таким образом, неоднородность материала по гранулометрическому составу приводит к изменению химического, физико-технического и фракционного состава, а это приводит к снижению прочности и выходу годного агломерата.

Исходя из этого, строительство склада усреднения железорудного сырья необходимо для соблюдения технологии производства стали, а принятое современное механизированное оборудование позволит повысить качество продукции.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		9

## Исходные данные

Механизированный склад усреднения железорудного сырья находится в г.Магнитогорск.

Климатические условия района строительства:

- расчетный вес снегового покрова - 240кг/м<sup>2</sup>;
- нормативное давление ветра - 30кг/м<sup>2</sup>;
- расчетная температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.92 - минус 34° С;
- расчетная температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.98 - минус 35° С;
- абсолютно минимальная температура воздуха - минус 48° С.

Металлоконструкции эксплуатируются в условиях открытого воздуха.

Уровень ответственности здания - нормальный в соответствии с Федеральным законом N384-ФЗ.

Степень огнестойкости здания - IV.

За относительную отметку ±0,000 принята отметка чистого пола первого этажа равная абсолютной отметке 400.03 в Балтийской системе высот.

Глубина сезонного промерзания грунта составляет 1,9 м.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		10

**1**

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		11

## 1.1 Генеральный план участка.

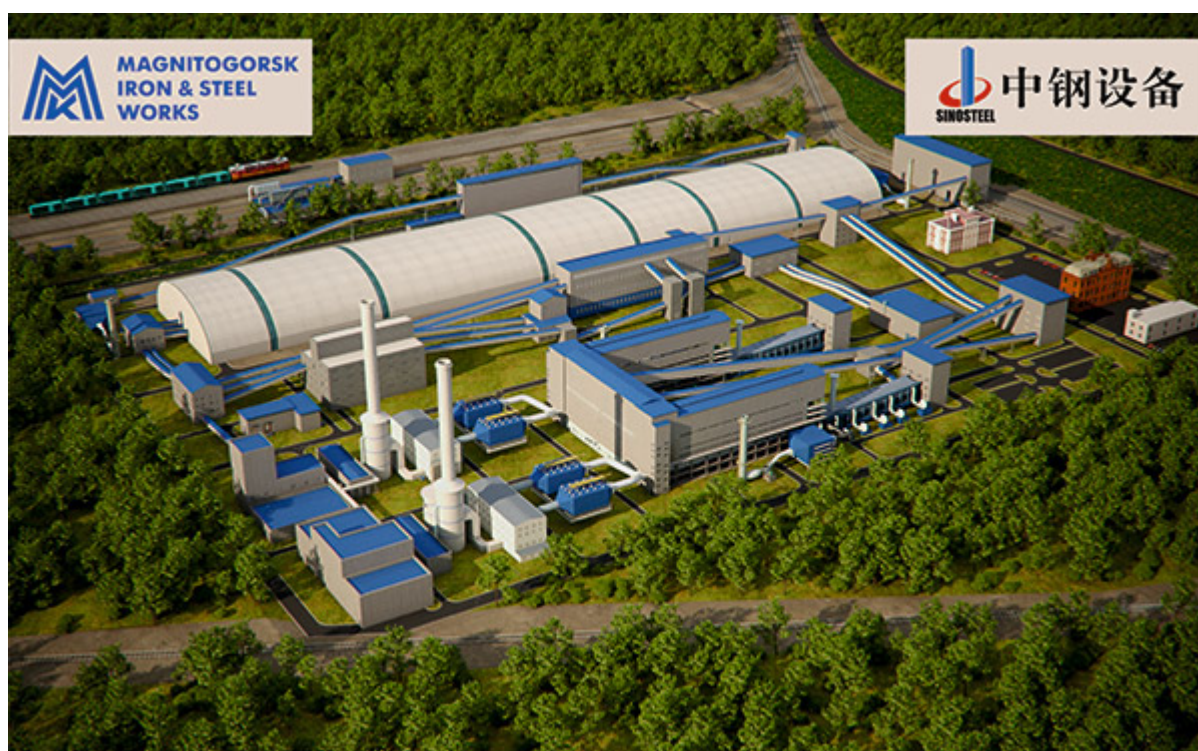
Механизированный склад усреднения железорудного сырья запроектирован в рамках строительства новой аглофабрики в г. Магнитогорске Челябинской области.

Здание склада усреднения имеет размеры в плане 99х540 м.

Также предусмотрено озеленение и благоустройство общественных территорий. Озеленение территории достигается путём посадки различных видов лиственных деревьев, а так же кустарников с плотной и редкой кроной.

Вдоль дорог проложены пешеходные пути. Предусмотрены площадки и проезды для пожарных автомобилей. Тротуары, отмостки, проезды и стоянка покрыты асфальтом.

*Рисунок 2. Генеральный план аглофабрики*



*Рисунок 3. Дизайн-проект аглофабрики*

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		12

## 1.2 Объемно-планировочные решения

### 1.2.1. План на отм. +0,000.

Однопролетный склад шириной 99м и общей длиной 540м предназначен для усреднения железнорудного сырья.

Отметка по коньку - +28.660.

Главный вход в здание – по 1-й оси, размер проема – 4,8x2,5 м (ВxН)

Предусмотрены входы в здание для рабочих вдоль осей А, М. Дверной проем – 1x2,1 м. Количество дверных проемов – 10 шт с шагом до 130 м.

Предусмотрены ворота для вагонов размером 6,0x5,8 м (ВxН) со стороны 1й оси, проемы для конвейеров отгрузки (3 шт.) со стороны оси 46.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		13



## 1.2.2. Технологическое обоснование

Механизированный склад с конвейерной системой подачи материалов оборудован комплексом машин для усреднения. Применение этих машин позволяет усреднять материалы, прибывающие из нескольких месторождений и в разное время к среднему составу больших масс.



Рисунок 4. Структура складов для шихтовых материалов агломерационной фабрики

Для усреднения рудных материалов разработаны различные по устройству, технологии формирования штабеля и забора из него усредненного сыпучего материала.

По устройству усреднительные склады различают:

- склад с продольным расположением штабелей (продольный склад);
- склад с кольцевым расположением штабеля (кольцевой склад).

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		14

На продольном складе применены:

- стационарные ленточные конвейеры, подающие материал в бункер передвижного штабелеукладчика;
- двухконсольный передвижной штабелеукладчик;
- двухроторный передвижной штабелезаборщик;
- отводящий ленточных конвейер;
- питатель.

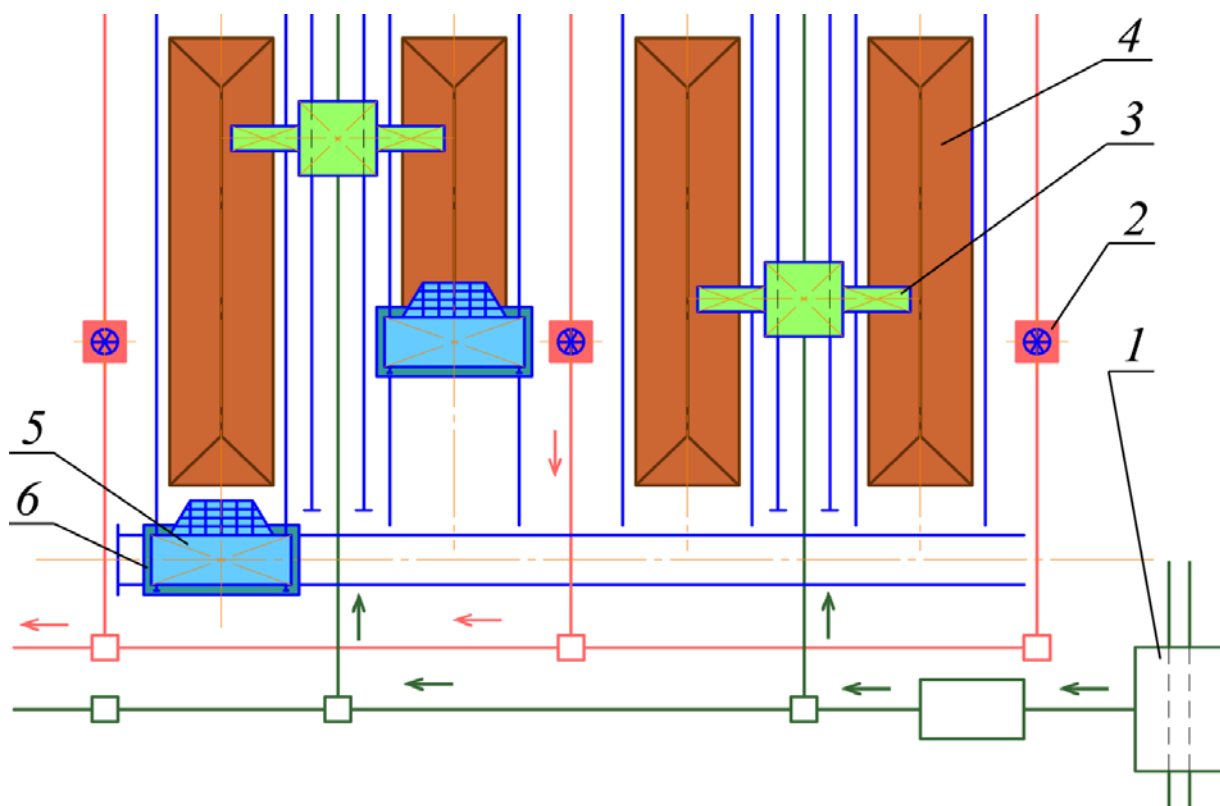


Рисунок 5. Схема рудного склада с комплексом усреднительных машин

1 – корпус вагоноопрокидывателей; 2 – лопастной питатель; 3 – штабелеукладчик; 4 – штабель; 5 – штабелезаборщик; 6 – тележка для транспортировки штабелеукладчика и штабелезаборщика.

Штабелеукладчик установлен по центру стойки, которая обеспечивает вращение в обоих направлениях одновременно с вертикальным движением

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		15

стрелы. Ее высота над гребнем штабеля выдерживается на минимальном уровне для уменьшения выброса пыли.

Штабелеразгрузка осуществляется при естественном угле скольжения.

Подгребающая борона смонтирована на мостовом реклаймере, который вращается против часовой стрелки вокруг центральной стойки.

Поворотные движения отсекателя заставляют материал падать вниз, где по скребковому конвейеру материал поступает в центральный разгрузочный бункер.

### **Штабелеукладчик двухконсольный**

Штабелеукладчик служит для послойной укладки сыпучих материалов в один или два штабеля рудоусреднительного склада, что обеспечивает первую стадию усреднения.

На металлоконструкции 1 укладчика (рис. 6) расположены два консольных конвейера 2, лебедки 3 для управления наклоном этих конвейеров каждая с мощностью электродвигателя 7,5 кВт.

Шихту на консольные конвейеры 2 подают ленточным конвейером 4 при помощи разгрузочной тележки 5. Привод конвейера установлен в конце штабеля.

Тележка связана с металлоконструкцией 1 укладчика автосцепкой и перемещается на ходовых колесах; колея тележки такая же, как и у укладчика.

Шихта, ссыпаящаяся с консольного барабана, попадает в распределительную воронку 6, имеющую два рукава с электрифицированными шиберами, что позволяет подавать материал на неподвижную часть левого или правого консольных конвейеров (или на оба одновременно). Каждый консольный конвейер имеет отдельный привод, состоящий из электродвигателя мощностью 75 кВт, редуктора и барабана; скорость движения ленты 1,85 м/с. Для перемещения укладчика служат четыре одинаковых привода 7, каждый из которых состоит из двигателя мощностью 22 кВт и вертикального редуктора; скорость передвижения укладчика 0,8 м/с.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		16

Производительность укладчика до 750 м<sup>3</sup>/ч.

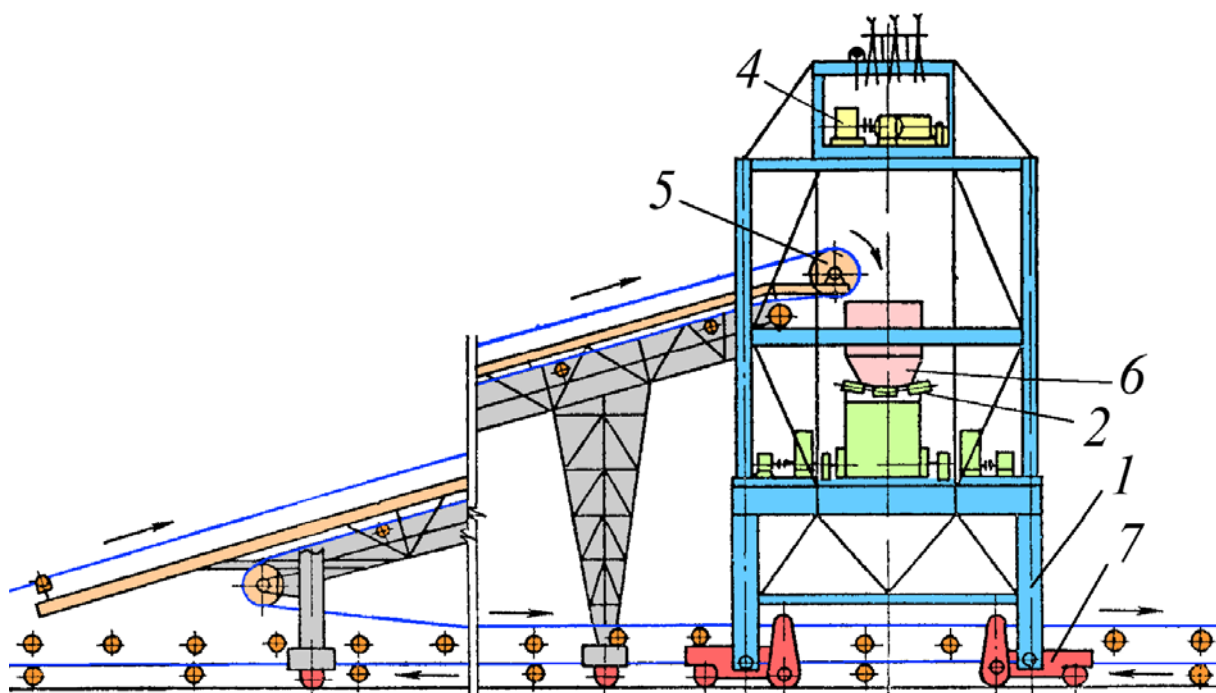
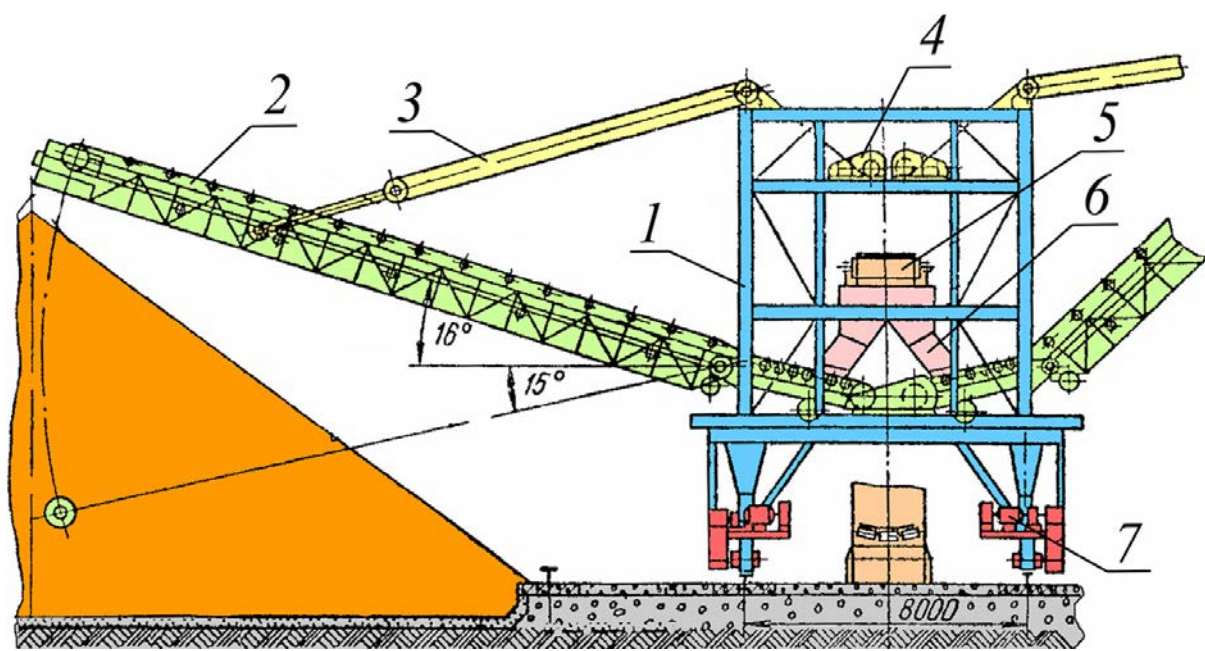


Рисунок 6. Штабелеукладчик шихтовых материалов

									Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	08.05.01.696.2018-ПЗ			17

## Штабелезаборщик двухроторный

Штабелезаборщик также является машиной (рис. 7) для усреднения материала штабеля, образованного штабелеукладчиком. Несущей конструкцией машины является мост 1, на котором уложены рельсовые пути для перемещения двух кареток и с роторами 2 и рыхлителями (боронами) 3. На мосту расположен реверсивный ленточный конвейер 4 с приводом для выдачи материала через приемные бункеры на отводящие конвейеры.

Механизм передвижения 5 моста включает в себя четыре колесных балансира, являющихся опорами концевых балок. На задних балансирах расположен привод вращения колес, состоящий из двух двигателей, дифференциального редуктора и коническо-цилиндрического редуктора. Один из двигателей мощностью 0,9 кВт включается при медленном рабочем ходе усреднителя (0,02 м/с), другой — мощностью 15 кВт при быстром возврате (0,24 м/с) усреднителя в исходное положение. Каретки соединены между собой шарнирно посредством секции, на которой размещен привод перемещения кареток. Привод состоит из электродвигателя мощностью 110 кВт, двух цилиндрических редукторов, двух тормозов, двух блоков звездочек и двух ветвей цепи. Ограничение крайних положений кареток и реверсирование двигателя для изменения направления их движения осуществляется конечными выключателями. Каждая каретка представляет собой раму, опирающуюся на рельсы катками.

Разрыхлитель 3 удерживается системой пространственных рычагов. Изменение угла наклона разрыхлителя в пределах от 35 до 46° осуществляют поворотом рычагов с помощью привода, состоящего из электродвигателя и червячно-винтового редуктора.

Ротор 2 представляет собой сварное кольцо с закрепленными на его внешней поверхности двенадцатью ковшами (диаметр ротора по ковшам 6786 мм). Наличие на усреднителе двух роторов обеспечивает равномерную загрузку отводящего конвейера и более высокую однородность материала вследствие снижения влияния сегрегации. К торцу кольца прикреплен зубчатый венец для

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		18

вращения ротора. Привод вращения ротора состоит из электродвигателя мощностью 55 кВт, цилиндрического редуктора и открытой зубчатой пары. Частота вращения ротора 3,58 об/мин. Емкость ковшей ротора 0,23 м<sup>3</sup>.

При подъезде усреднителя к торцу штабеля зубья разрыхлителей внедряются в материал, а при движении кареток вдоль моста усреднителя происходит срезание слоя материала, который, ссыпаясь, подбирается ковшами роторов и передается в бункера, расположенные на каретках. Из бункеров материал укладывается на ленту конвейера усреднителя и передается на отводящие конвейеры 10 склада. Привод ленты конвейера состоит из электродвигателя мощностью 40 кВт и цилиндрического редуктора. Скорость ленты конвейера 2,09 м/с.

Производительность усреднителя до 600 м<sup>3</sup>/ч.

Передаточная тележка 5 служит для передачи штабелеукладчика или заборщика из одного отсека склада в другой. Тележка имеет три параллельно установленные сварные балки, шарнирно соединенные между собой. На каждой балке укреплено по одному рельсу; расстояние между одной парой рельс 8,0 м (для штабелеукладчика), а между другой — 27,5 м (для усреднителя). Рельсы тележки стыкуются с рельсами усреднителя или укладчика шихты.

Каждая балка тележки опирается на четыре ходовых колеса, два из них приводные. Привод состоит из двухскоростного двигателя мощностью 5/1,8 кВт, вертикального цилиндрического редуктора и тормоза. Скорость перемещения тележки рабочая 0,166 м/с и установочная 0,05 м/с.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		19

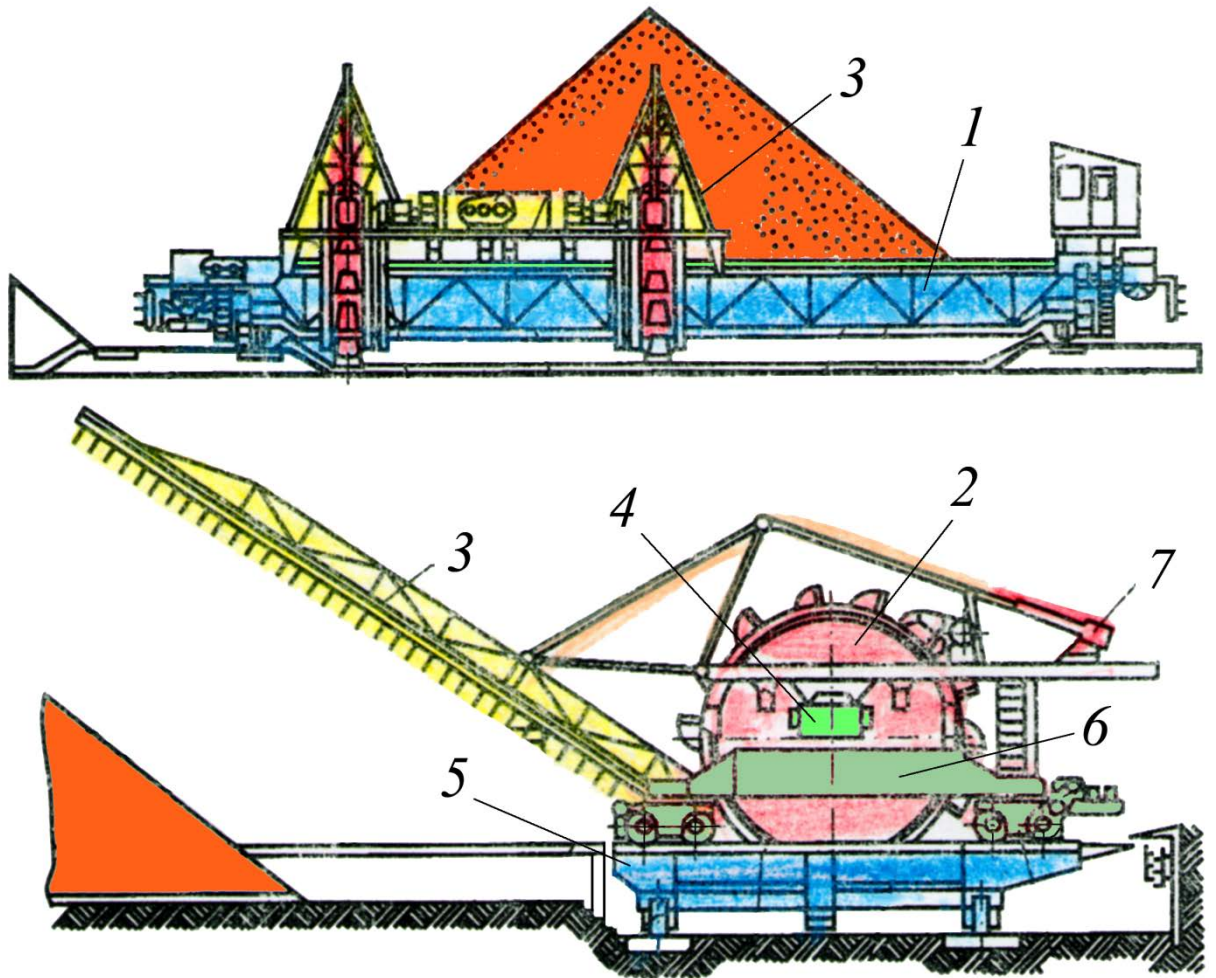


Рисунок 7. Двухроторный штабелезаборщик

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		20

### 1.2.3. Полы

Полы предусмотрены на железобетонном основании.

Экспликацию полов см. рисунок 8.

#### Экспликация полов на отм. ±0.000

Тип пола	Схема пола	Данные элементов пола	Площадь, м <sup>2</sup>
1		<p>Упрочняющий верхний слой MASTERTOP® 450, цвет "натуральный" с защитным покрытием MASTERTOP® C713 (см. прим. п.14)</p> <p>Железобетонная плита, армированная в двух уровнях стержнями <math>\phi 12</math> АIII с шагом 200 в обоих направлениях из бетона класса В30 (см. прим. п.п.9-13) – 200мм</p> <p>Гидроизоляция – полиэтиленовая пленка 100мм в два слоя (см. прим. п.7) – 200мм</p> <p>Каменная пыль – 50мм</p> <p>Гравийно-песчаное основание с послойным уплотнением (<math>k_{пл}=0,95</math>) – 250мм</p> <p>Грунт основания (см. прим. п.3)</p>	

Рисунок 8. Экспликация полов

Для прохода оборудования предусмотрены рельсы и приямки.

### 1.2.4. Ограждающие конструкции.

Склад усреднения – неотапливаемый. В качестве ограждающих конструкций применен профилированный настил.

Для стен – стеновой профнастил С44. Для кровли – продольно-гнутый профнастил С60ПГ.

Профилированный настил укладывается большой волной вниз (внутри здания).

Крепление к крайним прогонам и в стыках выполняется самосверлящими шурупами SFS intec CD 14-T15-5,5x32 в каждую волну, к прочим - через волну. Между собой настил крепится комбинированными заклепками ЗК10 с шагом 300мм.

Настил окрашен на заводе пластизолью бело-серого цвета (RAL 9002) с двух сторон.

Цокольная панель выполнена из монолитного железобетона.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		21



### 1.2.5. Кровля.

Конструкция покрытия – арка, имеющая ломанную конфигурацию, вписанную в эллипсоидную форму.

Водоотвод – неорганизованный.

Кровля имеет вентоборудование в три ряда с шагом 24 м, стакан под вентоборудование см. рисунок.

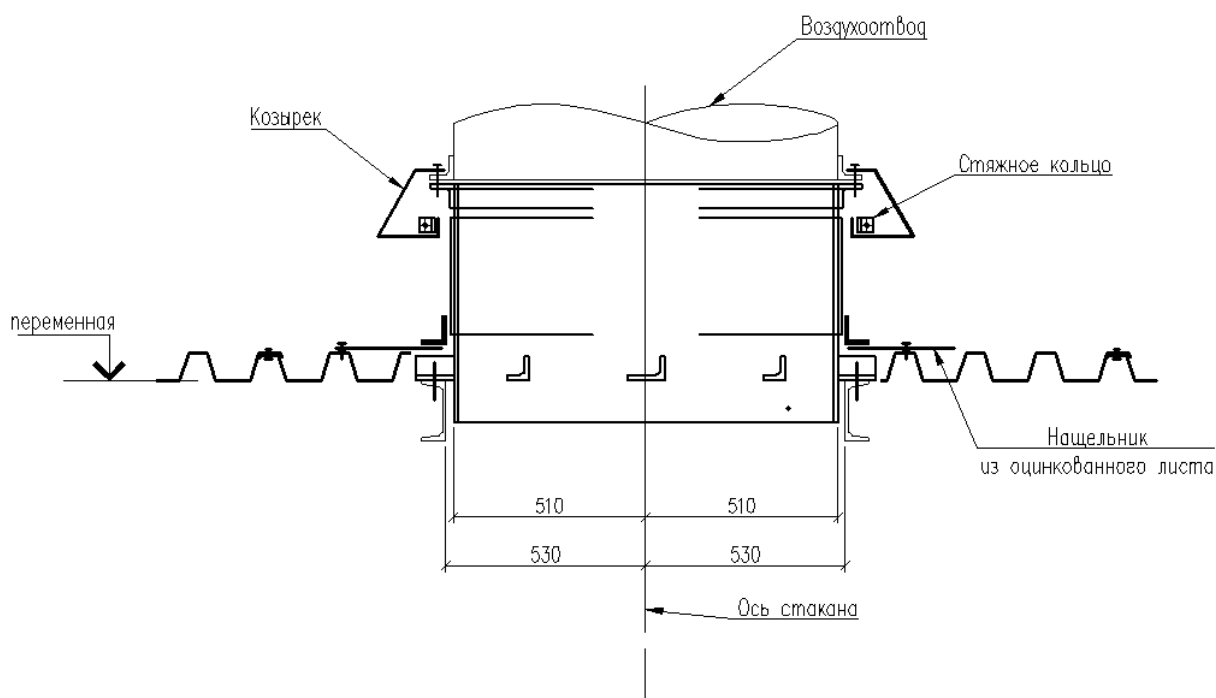


Рисунок 9. Устройство вентоборудования на кровле.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		22

## 1.3 Конструктивные решения

### 1.3.1. Metalloконструкции каркаса.

Несущими конструкциями механизированного склада усреднения ЖРС являются металлические конструкции.

Сооружение склада усреднения - однопролетное с пролетом 99 м общей длиной 540м разделено по длине на 3 температурных отсека.

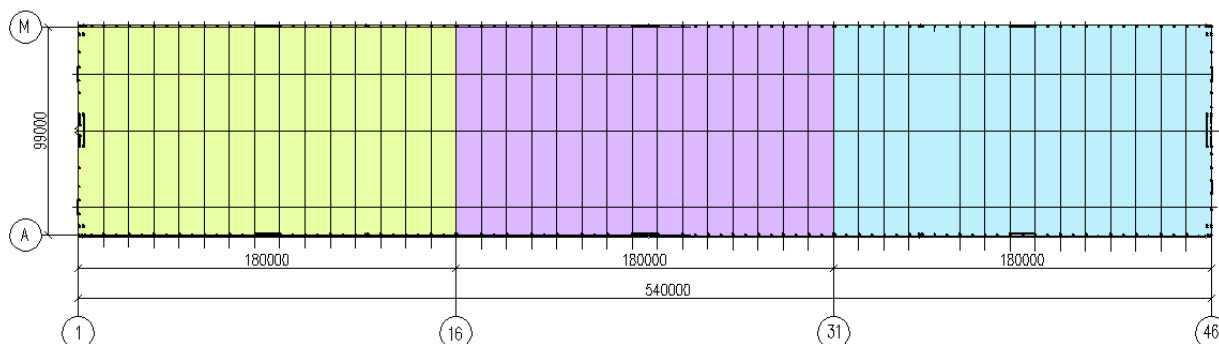


Рисунок 10. Здание в плане. Температурные блоки.

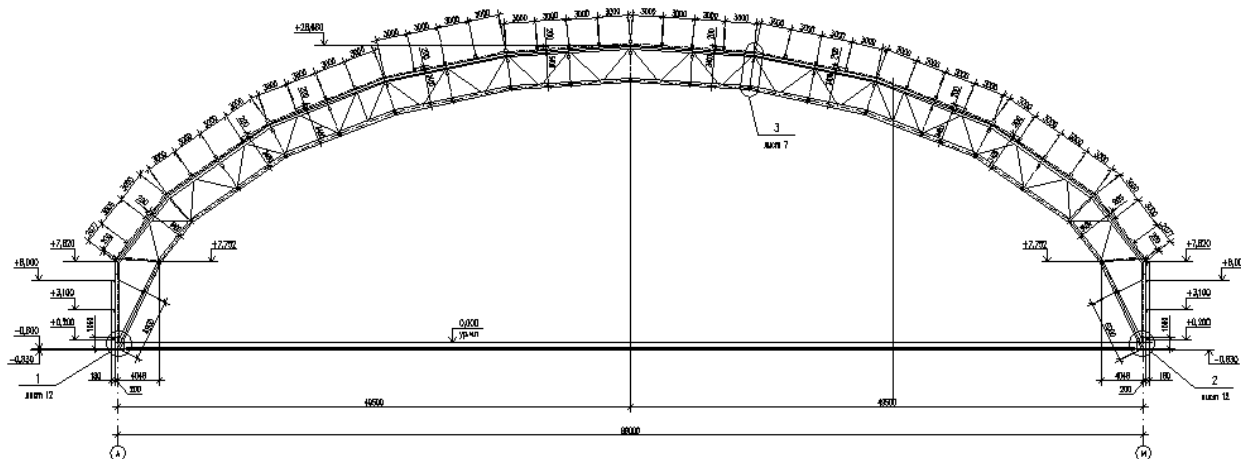


Рисунок 11. Разрез здания. Однопролетная арка.

Несущей конструкцией сооружения является решетчатая арка пролетом 99 м с затяжкой в уровне баз. Опираение арки на фундаменты - шарнирное.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		23

Со стороны ряда А опора арки запроектирована неподвижной, со стороны ряда М - линейно-подвижной. В качестве линейно-подвижной опоры применено изделие заводского изготовления ШСО4-ЛП-350/115.

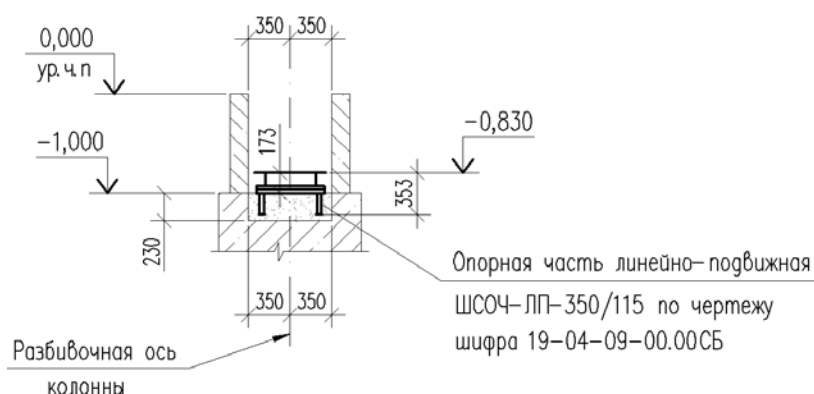


Рисунок 12. Линейно-подвижная опора по оси М.

Шаг арок 12м.

Арка имеет ломанную конфигурацию, вписанную в эллипсоидную форму, с отметкой в коньке +28.660. По краям арки предусмотрены вертикальные участки высотой 7,8м. Составными элементами арки являются отправочные марки длиной 12м в виде сварных ферм с параллельными поясами высотой по осям 3,2м. Пояса арки запроектированы из прокатных двутавров, решетка - из гнутосварных коробчатых профилей, затяжки - стержень круглого сечения.

Монтажные соединения отправочных марок арки предусмотрены на участках с преимущественным сжатием поясов - на фланцах, на участках с преимущественным растяжением - с помощью фрикционных соединений. Все монтажные соединения арки выполнены с применением высокопрочных болтов.

Продольная неизменяемость каркаса обеспечивается системой вертикальных горизонтальных связей, установленных по торцам и в средней части каждого температурного отсека.

Кровля сооружения предусмотрена по шпренгельным прогонам, установленным с шагом 6,0м. Верхние пояса шпренгелей выполнены из гнутосварного коробчатого профиля, решетки - из уголков и швеллеров.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		24

Для восприятия скатной составляющей усилий по середине прогонов установлена система из распорок и вертикальных связей, объединенная с продольными горизонтальными связями.

Торцы сооружения выполнены в виде системы колонн, вертикальных связей и балок покрытия. При этом предусмотрена возможность организации двух монтажных проемов с пролетом 37,260 x 9,0м по каждому торцу за счет установки пространственных треугольных ферм.

Для крепления стенового ограждения, ворот и дверей запроектированы ригели и стойки фахверка. Фахверк выполнен из гнутосварных коробчатых профилей и гнутых швеллеров.

На покрытии предусмотрена установка опорных конструкций для вентиляционного оборудования

### **Соединение элементов металлоконструкций**

Все заводские соединения элементов сварные; монтажные - сварные и на высокопрочных болтах.

Стыковые швы листов и поясные швы сварных двутавров варить автоматической сваркой под слоем флюса АН-348-А для стали С255 и АН-47 для стали С345 сварочной проволокой СВ-08ГА. Прочие заводские швы выполнять полуавтоматической сваркой в среде CO<sub>2</sub> сварочной проволокой СВ-08Г2С по ГОСТ 2246-70\*.

Монтажные соединения элементов арок выполнены с помощью фланцевых и фрикционных соединений на высокопрочных болтах М24.

Высокопрочные болты изготавливают класса прочности 10.9 по ГОСТ Р ИСО 898-1-2011 из стали 40Х исполнение ХЛ с суженными пределами содержания углерода от 0,37 до 0,42%. Высокопрочные гайки изготавливают класса прочности 10 из стали 40Х. Шайбы изготавливают из стали 35 по ГОСТ 1050-88 класса "С" с твердостью после закалки и отпуска 35-45 НRC.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		25

### 1.3.2. Анतिकоррозионная и противопожарная защита конструкций

Перед нанесением лакокрасочного покрытия металлоконструкции должны быть очищены до степени 3 по ГОСТ 9.402-2004.

Металлоконструкции окрасить на заводе грунтовкой ГФ 021 по ГОСТ 25129-82\* на два слоя общей толщиной 40мкм. Финишное покрытие выполнить на монтаже 2 слоями эмали ПФ115 по ГОСТ 6465-76\*.

Общая толщина лакокрасочного покрытия должна составлять 80мкм.

Качество лакокрасочного покрытия должно соответствовать VI классу по ГОСТ 9.032-74.

### 1.3.3. Фундаменты и полы

Фундаменты – железобетонные монолитные, мелкого заложения, столбчатые. Материал фундаментов – бетон В25.

Под монолитные фундаменты выполняется подготовка из бетона класса В7,5 толщиной 100мм, с габаритами, превышающими размеры фундамента в плане на 100мм в каждую сторону.

Для устройства затяжки выполнен железобетонный канал с закладными деталями для узла восприятия вертикальной нагрузки.

В качестве пола применена монолитная железобетонная плита толщиной 200 мм. Деформационный шов пола см. узел I. Для снятия усадочных напряжений и исключения трещинообразования в плите пола прорезаны температурно-усадочные швы (Т.У.Ш.) согласно узла II.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		26

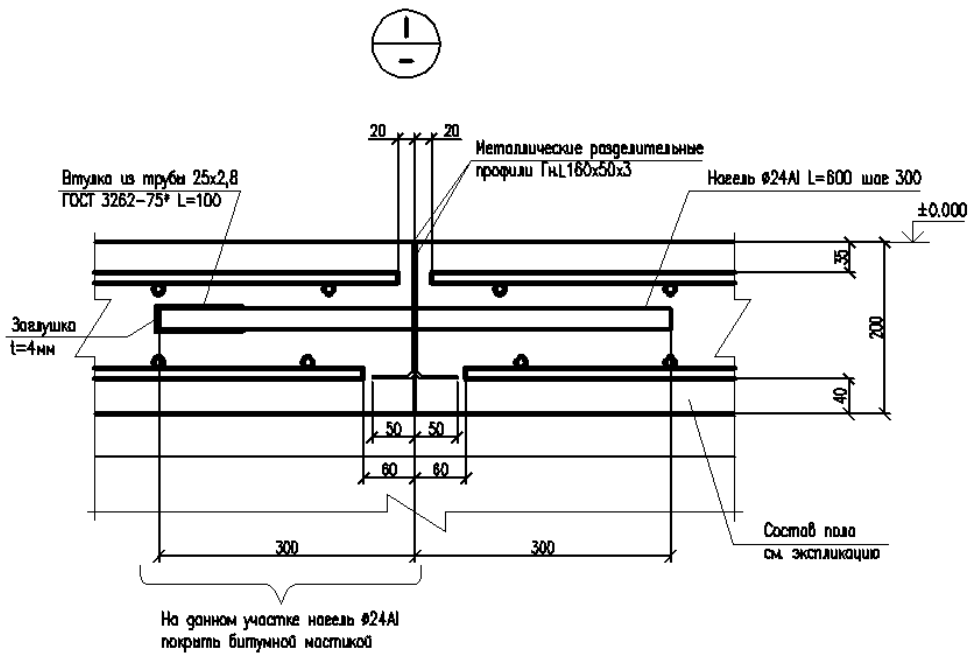


Рисунок 13. Узел деформационного шва пола

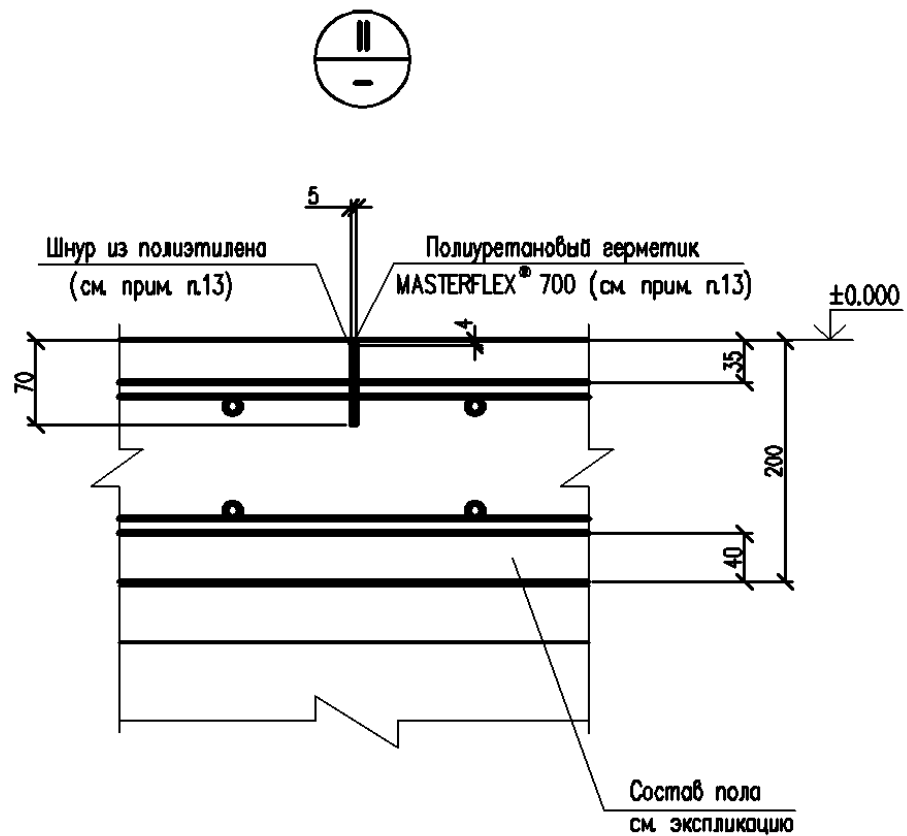


Рисунок 14. Узел температурно-усадочного шва пола.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		27

**2**

**РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ**

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		28

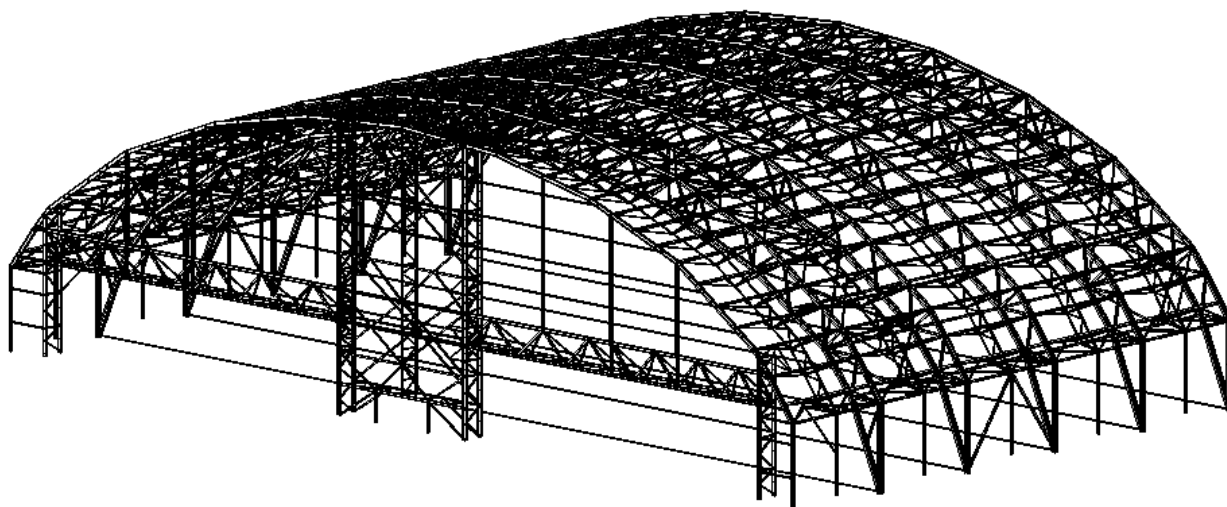
## 2.1 Конструктивная схема здания.

В данном разделе запроектирована арка с затяжкой пролетом 99 м с затяжкой в уровне баз. Опираение арки на фундаменты - шарнирное.

Со стороны ряда А опора арки запроектирована неподвижной, со стороны ряда М - линейно-подвижной.

Продольная неизменяемость каркаса обеспечивается системой вертикальных горизонтальных связей, установленных по торцам и в средней части каждого температурного отсека.

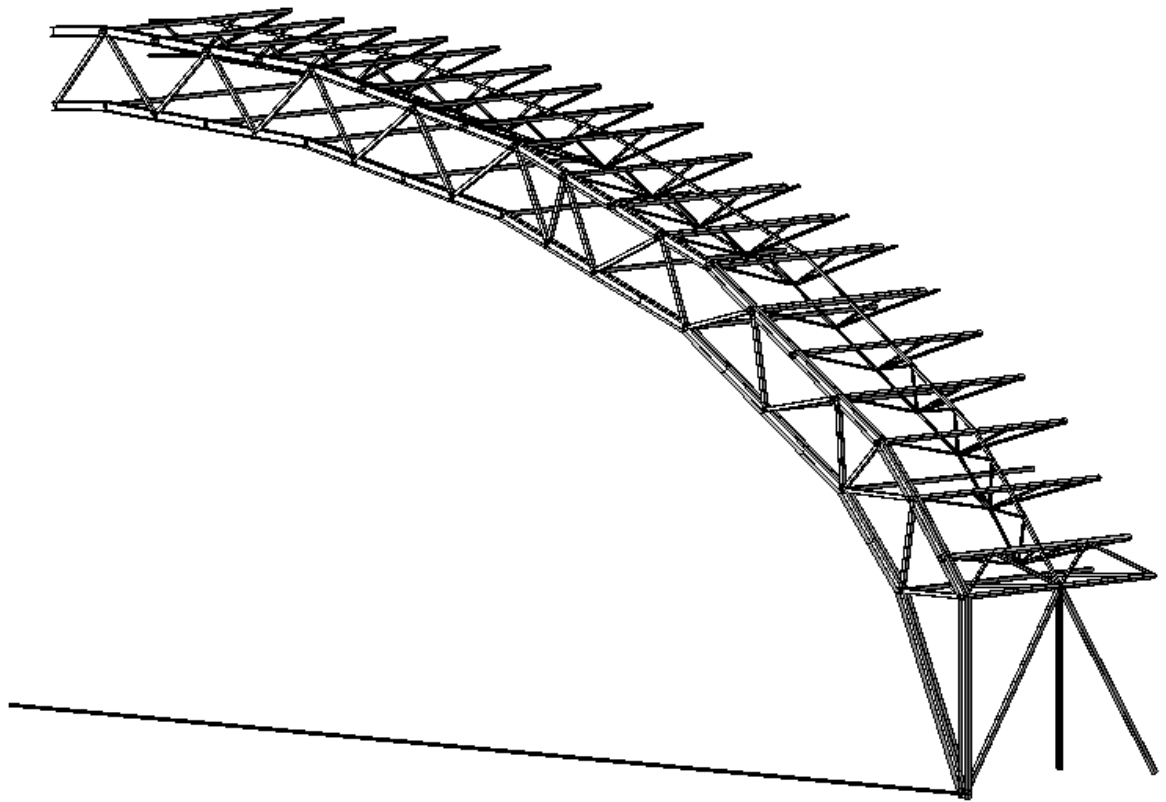
Расчет, определение усилий в элементах каркаса, определение горизонтальных и вертикальных перемещений произведено с помощью программного комплекса «ЛИРА-SAPR 2013».



*Рисунок 15. Расчетная схема здания. Графический контейнер.*

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		29





*Рисунок 16. Фрагмент арки и прогонов.*

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
							30
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

## 2.2 Сбор нагрузок.

### 2.2.1 Перечень нагрузок.

Список загрузений представлен в таблице 2.1:

Таблица 2.1.

СПИСОК ЗАГРУЖЕНИЙ

N п/п	Тип	Содержание		Название	$\gamma_f$		
1	Постоян.	Собственный вес металлоконструкций		С/в металла	1.05		
2		Постоянная нагрузка от ограждающих конструкций		Вес покрытия	1.05		
3		Постоянная нагрузка от ограждающих конструкций торца		Вес стен торца	1.05		
4	Длительн.	Технологическая на кровлю		Технологическая	1.2		
5	Временная Кратковременная	взаимоискл. Группа 1	Снеговая на здание (1 вариант)	Снег 1 вариант	1.4		
6			Снеговая (2 вариант). Снеговой мешок слева		Снег мешок слева	1.4	
7			Снеговая (2 вариант). Снеговой мешок справа		Снег мешок справа	1.4	
8		взаимоискл. Группа 2	Ветровая в направлении цифровых осей на прогоны, вариант 1		Ветер слева на прогоны вариант 1	1.4	
9			Ветровая в направлении цифровых осей на прогоны, вариант 2		Ветер слева на прогоны вариант 2	1.4	
10			Ветровая в направлении буквенных осей осей на торец здание		Ветер в торец	1.4	
11	Ветровая в направлении против цифровых осей на прогоны, вариант 1		Ветер справа на прогоны вариант 1	1.4			
12	Ветровая в направлении против цифровых осей на прогоны, вариант 2		Ветер справа на прогоны вариант 2	1.4			

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		31

Постоянная нагрузка состоит из собственного веса металлоконструкций каркаса, собственного веса фахверка, ограждающих конструкций стен и покрытия.

Металлоконструкции несущего каркаса и фахверка задаются методами программного комплекса «ЛИРА» в загр.1. При этом учитывается как коэффициент надежности по нагрузке, так и дополнительный коэффициент, учитывающий конструкцию узлов.

$$\gamma = \gamma_f \cdot \gamma_{узлов} = 1,05 \cdot 1,15 = 1,26$$

Собственный вес наружных ограждающих конструкций покрытия задан в загр.2 и приложен на прогоны. Собственный вес наружных ограждающих конструкций стен задан в загр.3 и приложен на фахверк

К длительным нагрузкам относится технологическая на покрытие. Технологическая нагрузка учитывает вес воздуховодов, светильников и т.д., задана в загр.4 и приложена на прогоны.

К временным кратковременным нагрузкам относятся снеговая нагрузка и нагрузка от давления ветра. Нагрузки приняты с учетом формы покрытия.

Таблица 2.2. СБОР НАГРУЗОК

Тип	N п/п	Наименование	Нагрузка, кг/м <sup>2</sup>		
			Норм., <i>q<sub>n</sub></i>	<i>γ<sub>f</sub></i>	Расч., <i>q</i>
Постоян ная	1	С/в профнастила покрытия	12,5	1,05	<b>13</b>
	2	С/в профнастила стен	7	1,05	<b>7,5</b>
Врем. Длит.	3	Технологическая на кровлю	50	1,2	<b>60</b>
Врем. кратк.	4	Снеговая нагрузка, IV район	168	1/0,7	<b>240</b>
	5	Нагрузка от давления ветра, II район	30	1,4	<b>42</b>

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		32

### 2.2.1.1. Ветровая нагрузка

Нагрузки от давления ветра заданы в загр.8-14 и являются взаимоисключающими.

Согласно СП 20.13330.2011 установлены следующие параметры для расчета ветровой нагрузки:

Ветровой район – II

Тип местности – А

Нормативное значение ветровой нагрузки  $w_0 = 0.3 \text{ кН/м}^2$ .

Длина зоны ветрового давления определяется как длина здания.

Высота зоны ветрового давления – максимальная высота здания – 28,7 м.

Расчетная ветровая нагрузка следует определять по формуле:

$$w = w_m + w_p,$$

где  $w_m$  - средняя составляющая;

$w_p$  - пульсационная составляющая.

Расчет средней составляющей:

$$w_m = w_0 k(z_e) c,$$

где  $k(z_e)$  - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления от высоты.

$k(28.7)=1,372$  по таблице 11.2 СП 20.13330.2011;

$c$  – аэродинамический коэффициент.

Расчет пульсационной составляющей:

$$w_p = w_m \zeta(z_e) v,$$

$v$ - коэффициент пространственной корреляции.

$\zeta(z_e)$  коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления от высоты по таблице 11.4 СП 20.13330.2011

$\zeta(28.7)=0,649$

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		33

Для ветра в направлении цифровых осей (X):

$$\rho = b = 540 \text{ м}$$

$$\chi = h = 28.7 \text{ м}$$

$v = 0,497$  по таблице 11.6 СП 20.13330.2011

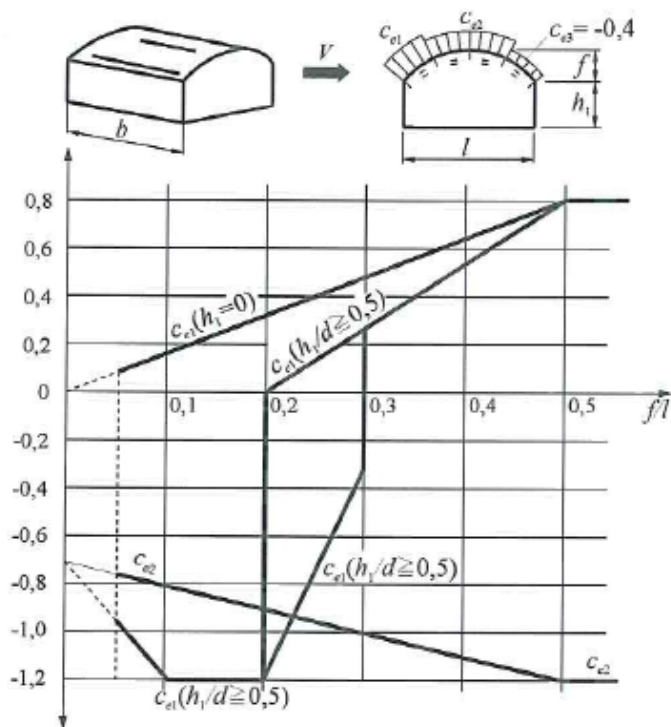
Расчетная ветровая нагрузка равна:

$$w = w_0 \cdot \gamma_f \cdot k(z_e) \cdot c \cdot (1 + \zeta(z_e)v) =$$

$$= 30 \cdot 1.4 \cdot 1.372 \cdot c \cdot (1 + 0.649 \cdot 0.497) = 76.2c \text{ кг/м}^2$$

– для наветренной стороны (стена) -  $76.2 \cdot 0,8 = 61,0 \text{ кг/м}^2$

– для подветренной стороны (стена) -  $76.2 \cdot 0,5 = 38,1 \text{ кг/м}^2$



Примечание - При  $0,2 \leq f/d \leq 0,3$  и  $h_1/d \geq 0,5$  необходимо учитывать два значения коэффициента  $c_{e1}$ .

Рисунок 17. Выбор аэродинамического коэффициента

$$\frac{h_1}{d} = \frac{7.9 \text{ м}}{170 \text{ м}} = 0,047 \quad \frac{f}{d} = \frac{20.9 \text{ м}}{170 \text{ м}} = 0,123 \quad \frac{f}{l} = \frac{20.9 \text{ м}}{99 \text{ м}} = 0,211$$

$$c_{e1} \left( \frac{h_1}{d} = 0,5 \right) = 0.05 \text{ или } c_{e1} \left( \frac{h_1}{d} = 0,5 \right) = -1,05$$

$$c_{e2} = -1.95$$

– для покрытия (участок 1, вариант 1) -  $76.2 \cdot 0,05 = 3,8 \text{ кг/м}^2$

– для покрытия (участок 1, вариант 2) -  $-76.2 \cdot 1,05 = 80,0 \text{ кг/м}^2$

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		34

– для покрытия (участок 2) -  $-76.2 \cdot 1,95 = 148,6 \text{ кг/м}^2$

– для покрытия (участок 3) -  $-76.2 \cdot 0,4 = 30,5 \text{ кг/м}^2$

**Для ветра в направлении буквенных осей (Y):**

$$\rho = b = 99 \text{ м}$$

$$\chi = h = 28.7 \text{ м}$$

$v = 0,643$  по таблице 11.6 СП 20.13330.2011

$$\begin{aligned} w &= w_0 \cdot \gamma_f \cdot k(z_e) \cdot c \cdot (1 + \zeta(z_e)v) = \\ &= 30 \cdot 1.4 \cdot 1.463 \cdot c \cdot (1 + 0.631 \cdot 0.643) = 81,7c \text{ кг/м}^2 \end{aligned}$$

– для наветренной стороны (торец) -  $81,7 \cdot 0,8 = 65,4 \text{ кг/м}^2$

### 2.2.1.2 Снеговая нагрузка

Снеговая нагрузка задана в загр.5.

Снеговая нагрузка с учетом снегового мешка задана в загр.6, 7.

Загр. 5-7 являются взаимоисключающими.

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле:

$$S_0 = 0.7 \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g,$$

где  $S_g = 240 \text{ кг/м}^2$  - снеговая нагрузка на уровне земли;

$c_e = 1$  – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов;

$c_t = 1$  – термический коэффициент;

$\mu$  - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытия, принят согласно таблице ниже.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		35

Для зданий со сводчатыми и близкими к ним по очертанию покрытиями (рисунок Б.2) следует принимать

$$\mu_1 = \cos(1,5\alpha); \mu_2 = 2 \sin(3\alpha), \quad (Б 1)$$

где  $\alpha$  – уклон покрытия, град; при этом значения  $\mu_1$  вычисляются в каждой точке покрытия; значения  $\mu_2$  – в точках с уклоном  $\alpha=30^\circ$ ,  $60^\circ$  и в крайнем сечении покрытия (точки А, В и С на рисунке Б.2). Промежуточные значения  $\mu_2$  определяются линейной интерполяцией. При  $\alpha \geq 60^\circ$   $\mu_1=0$  и  $\mu_2=0$ .

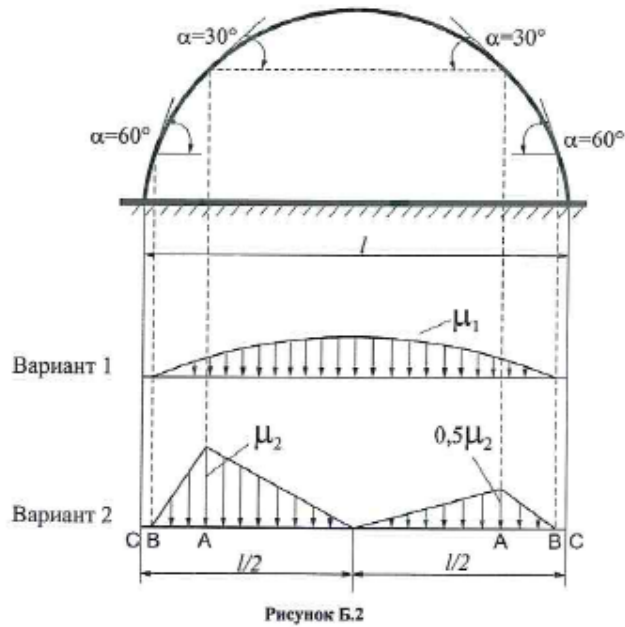


Рисунок 18. Выбор коэффициента  $\mu$

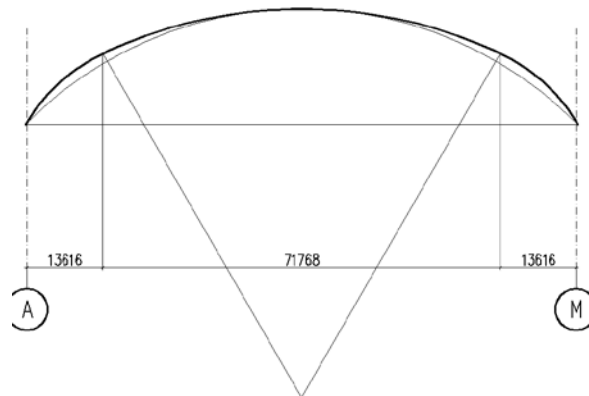


Рисунок 19. Выбор коэффициента  $\mu$

Снеговая нагрузка на покрытия:

$$\mu_{1,max} = \cos 0 = 1; \quad S_{0,расч} = 240 \cdot 1 = 240 \text{ КГ/М}^2$$

$$\mu_{2,max} = 2 \cdot \sin 3 \cdot 30^\circ = 2; \quad S_{0,расч} = 240 \cdot 2 = 480 \text{ КГ/М}^2$$

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		36

## 2.2.2 Схемы приложения нагрузок.

Схемы приложения нагрузок представлены на рисунках 20 – 30.

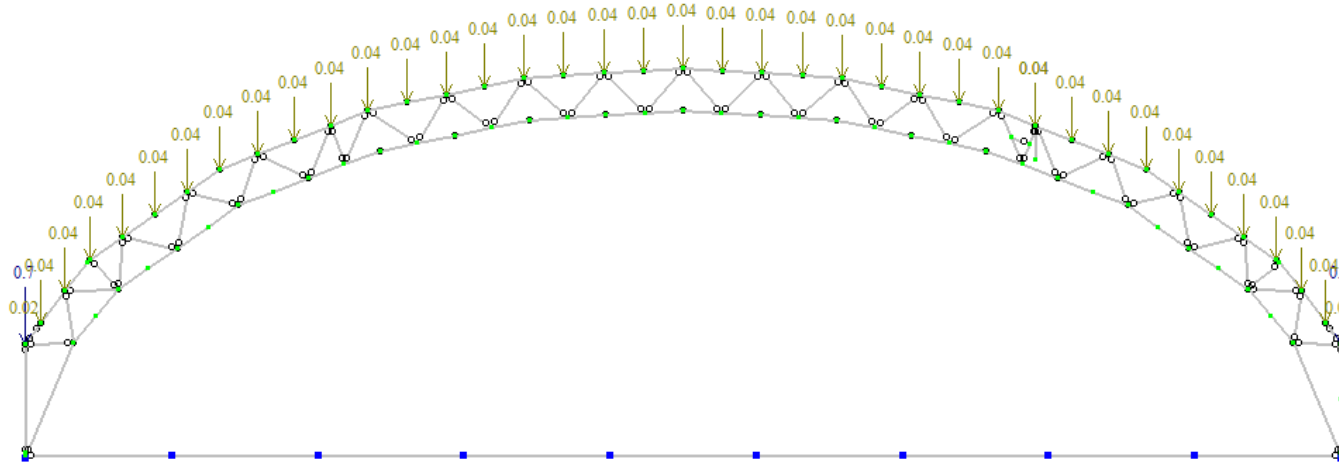


Рисунок 20. – [Загр. 2] Вес покрытия и стен продольном направлении

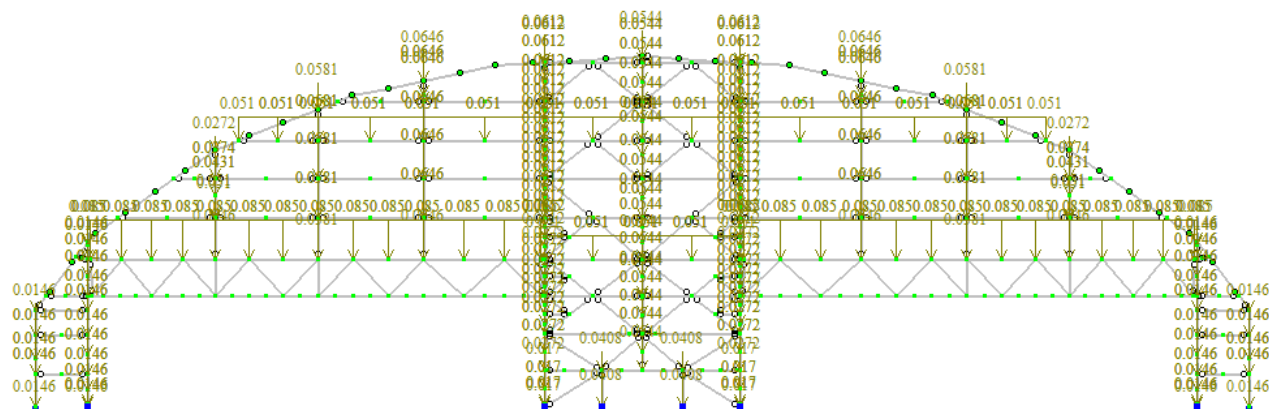


Рисунок 21. – [Загр. 3] Вес стен по торцам

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

08.05.01.696.2018-ПЗ

Лист

37



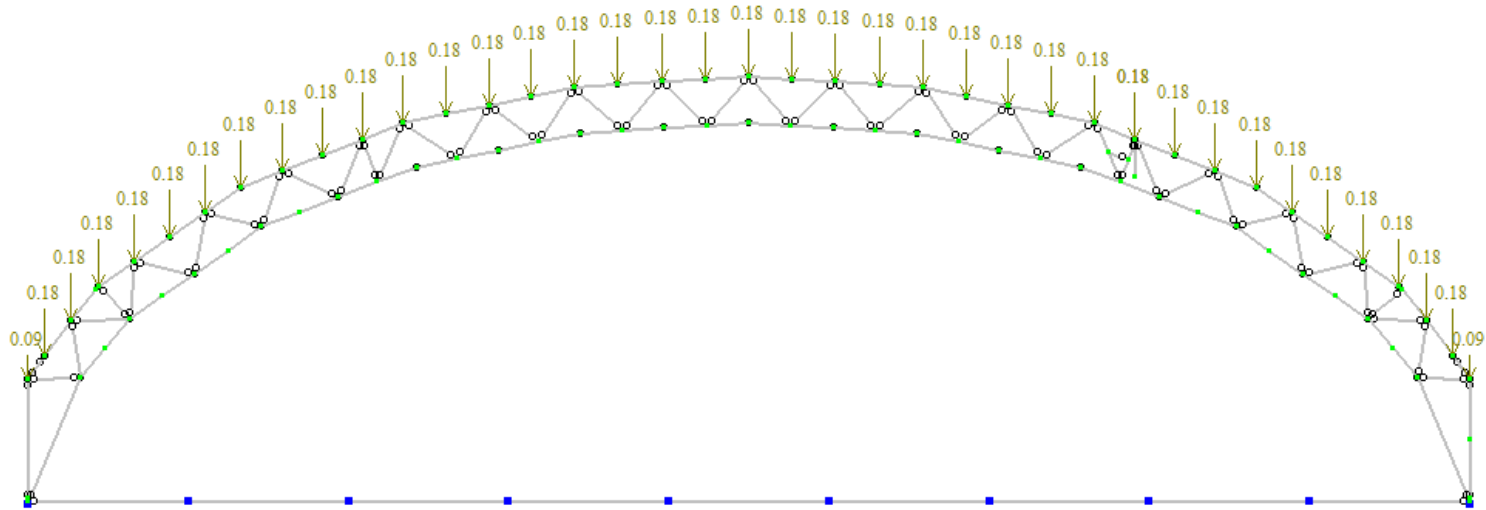


Рисунок 22. – [Загр. 4] Технологическая нагрузка на кровлю

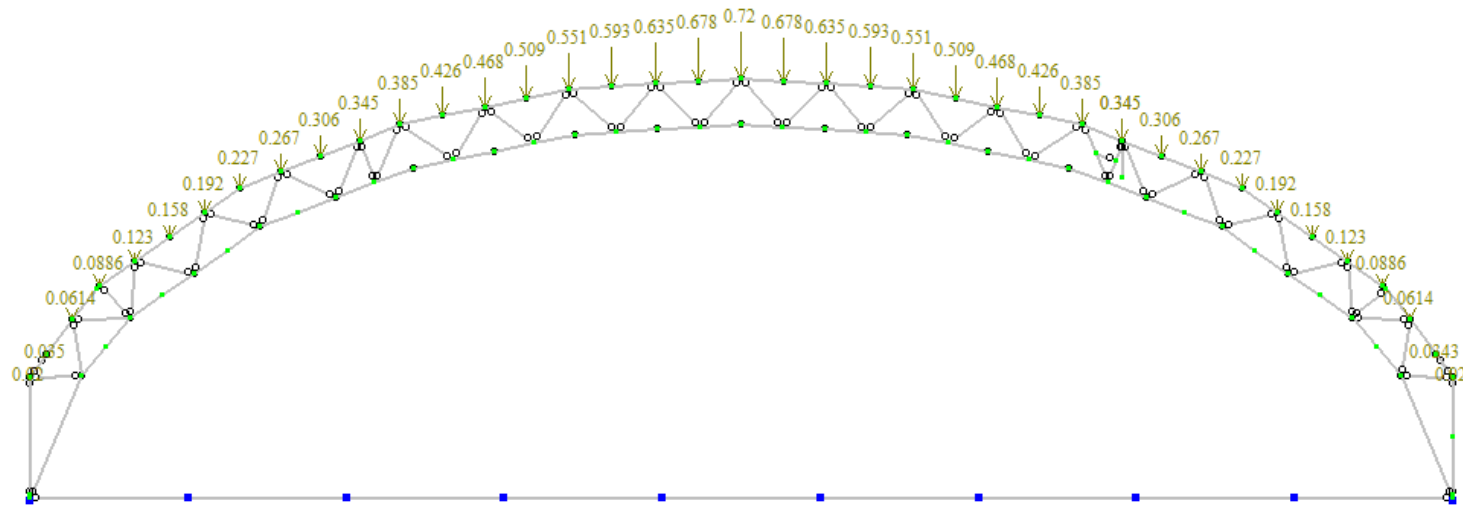


Рисунок 23. – [Загр. 5] Снеговая нагрузка, вариант 1

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

08.05.01.696.2018-ПЗ

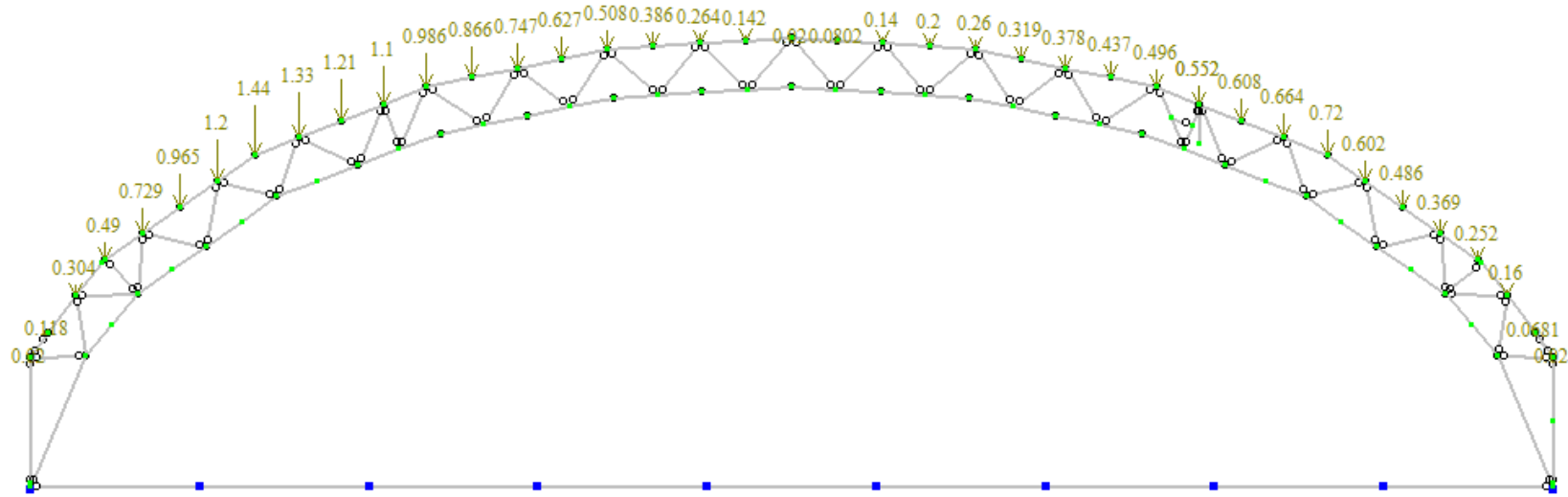


Рисунок 24. – [Загр. 6] Снеговая нагрузка, вариант 2, слева

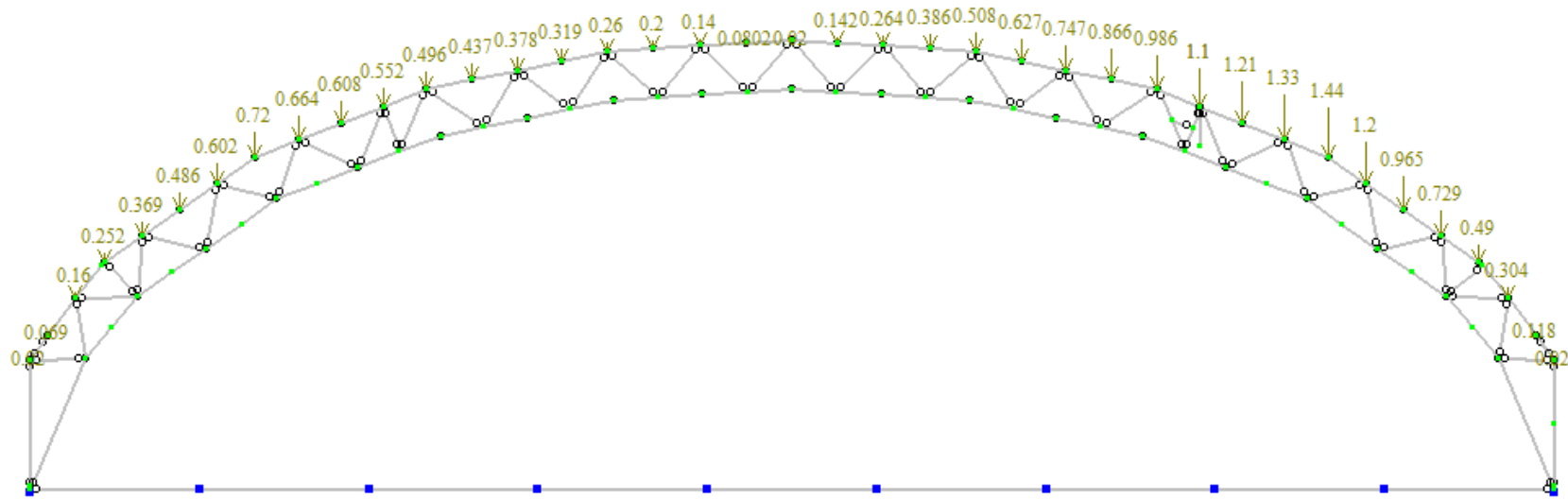


Рисунок 25. – [Загр. 7] Снеговая нагрузка, вариант 2, справа

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

08.05.01.696.2018-ПЗ

Лист

39

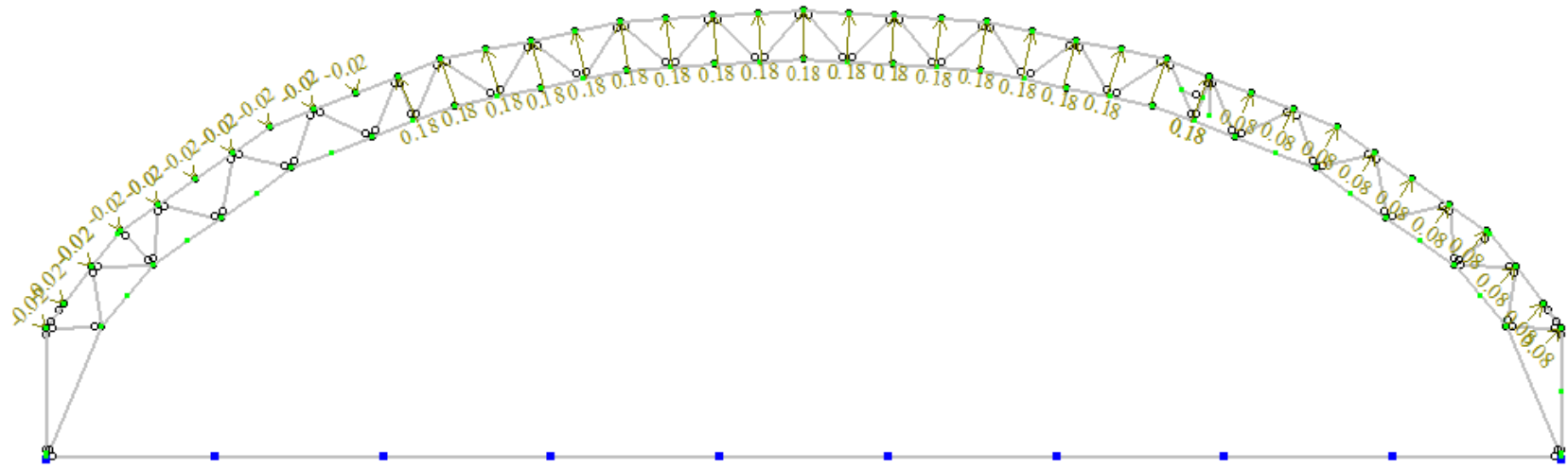


Рисунок 26. – [Загр. 8] Ветровая нагрузка на прогоны, вариант 1, слева

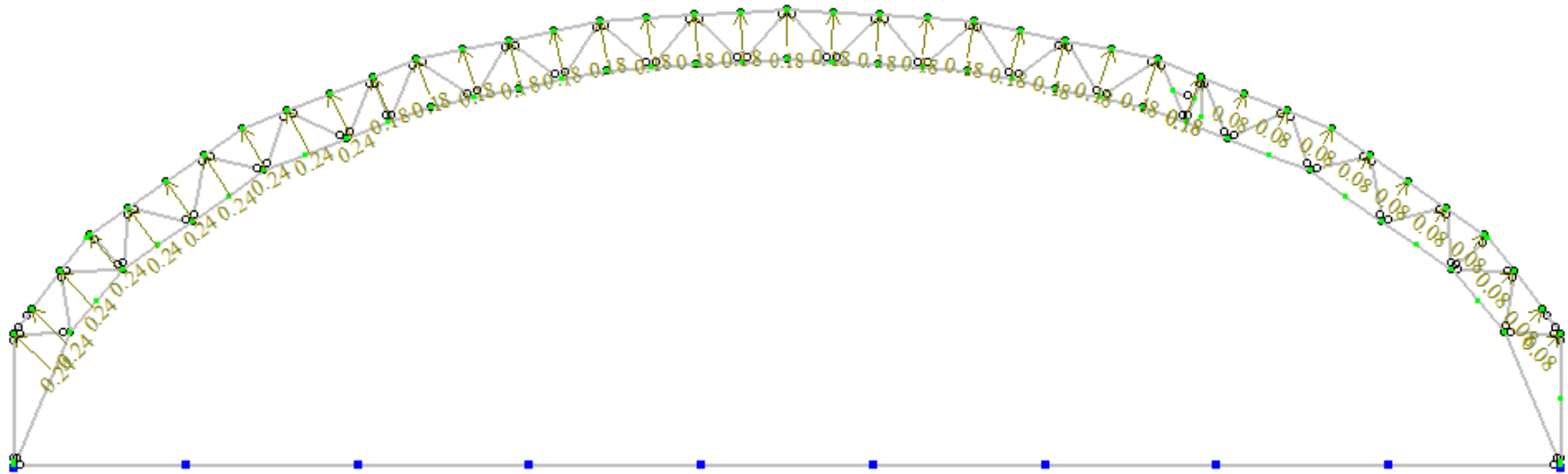


Рисунок 27. – [Загр. 9] Ветровая нагрузка на прогоны, вариант 2, слева

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

08.05.01.696.2018-ПЗ

Лист

40

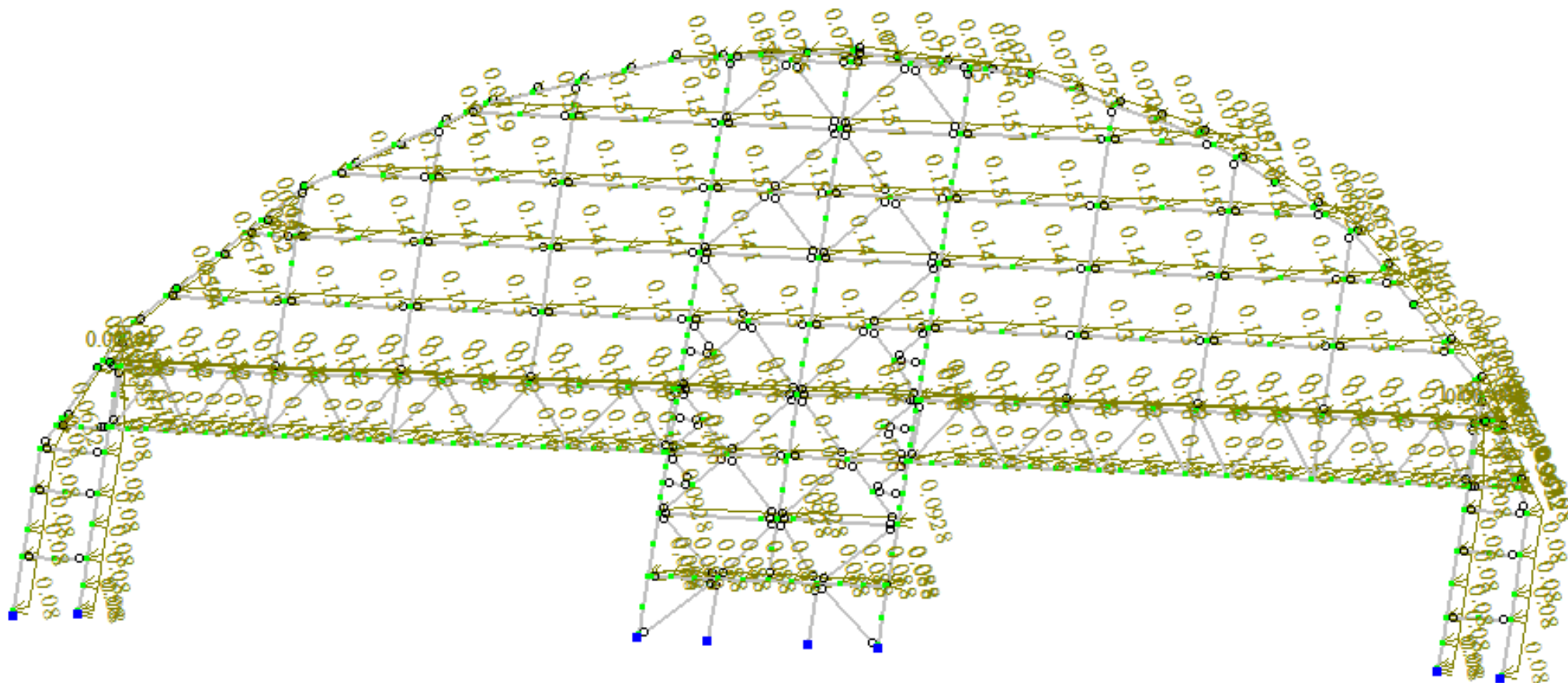


Рисунок 28. – [Загр. 10] Ветровая нагрузка на торец

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

08.05.01.696.2018-ПЗ

Лист

41

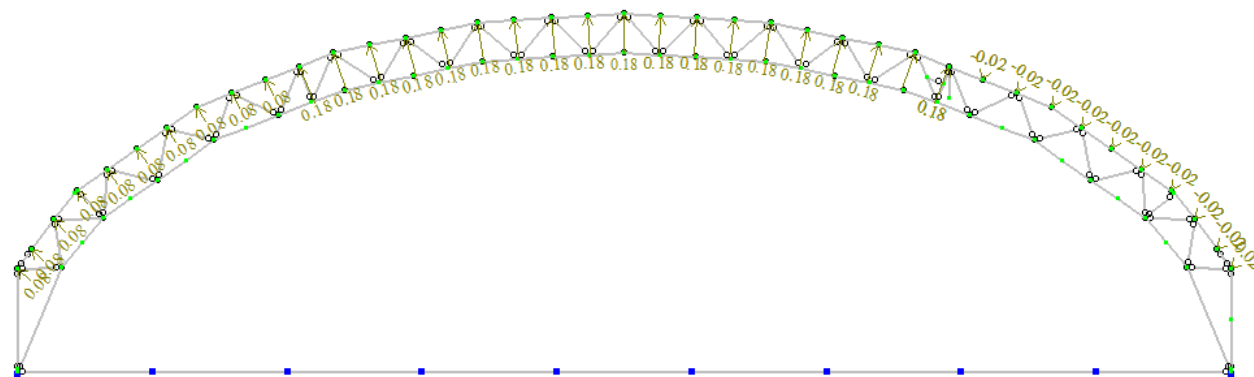


Рисунок 29. – [Загр. 11] Ветровая нагрузка на прогоны, вариант 1, справа

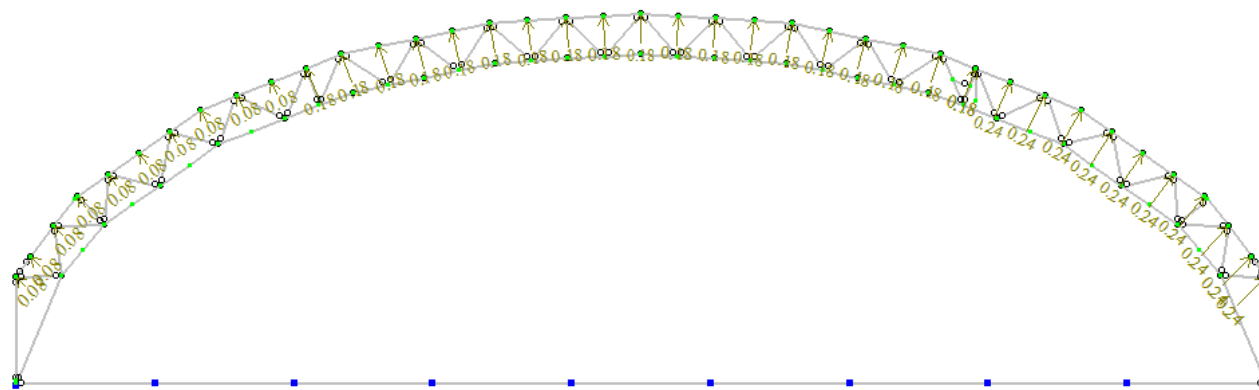


Рисунок 30. – [Загр. 12] Ветровая нагрузка на прогоны, вариант 2, справа

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

08.05.01.696.2018-ПЗ

Лист

42

## 2.3 Результаты расчета каркаса.

При расчете каркаса были получены эпюры усилий в элементах металлоконструкций. Ниже на рисунках 31 – 32 представлены результаты расчета для нагрузок 1, 2, 3, 4, 10.

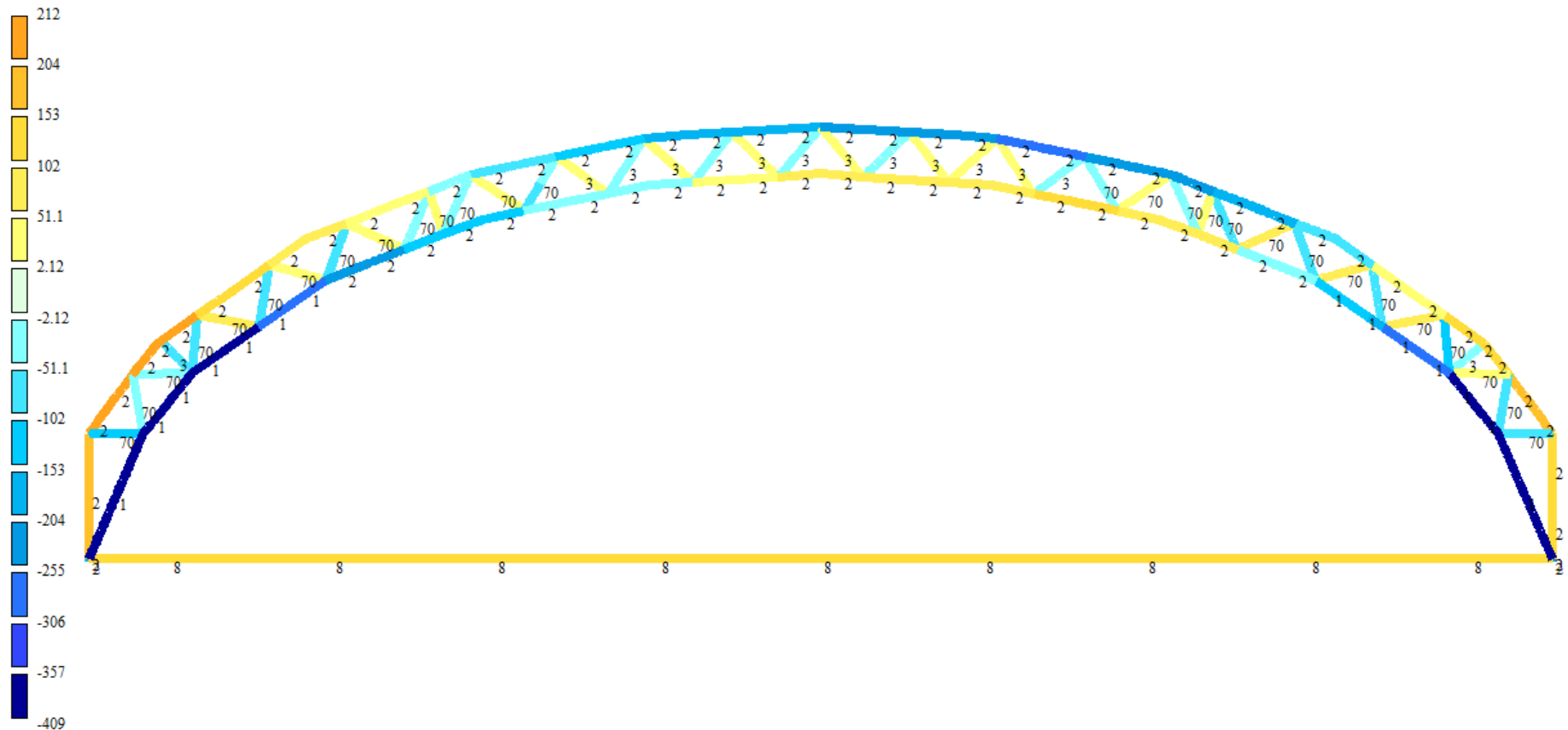


Рисунок 31. – [N] Мозаика усилий в элементах, т.

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		43

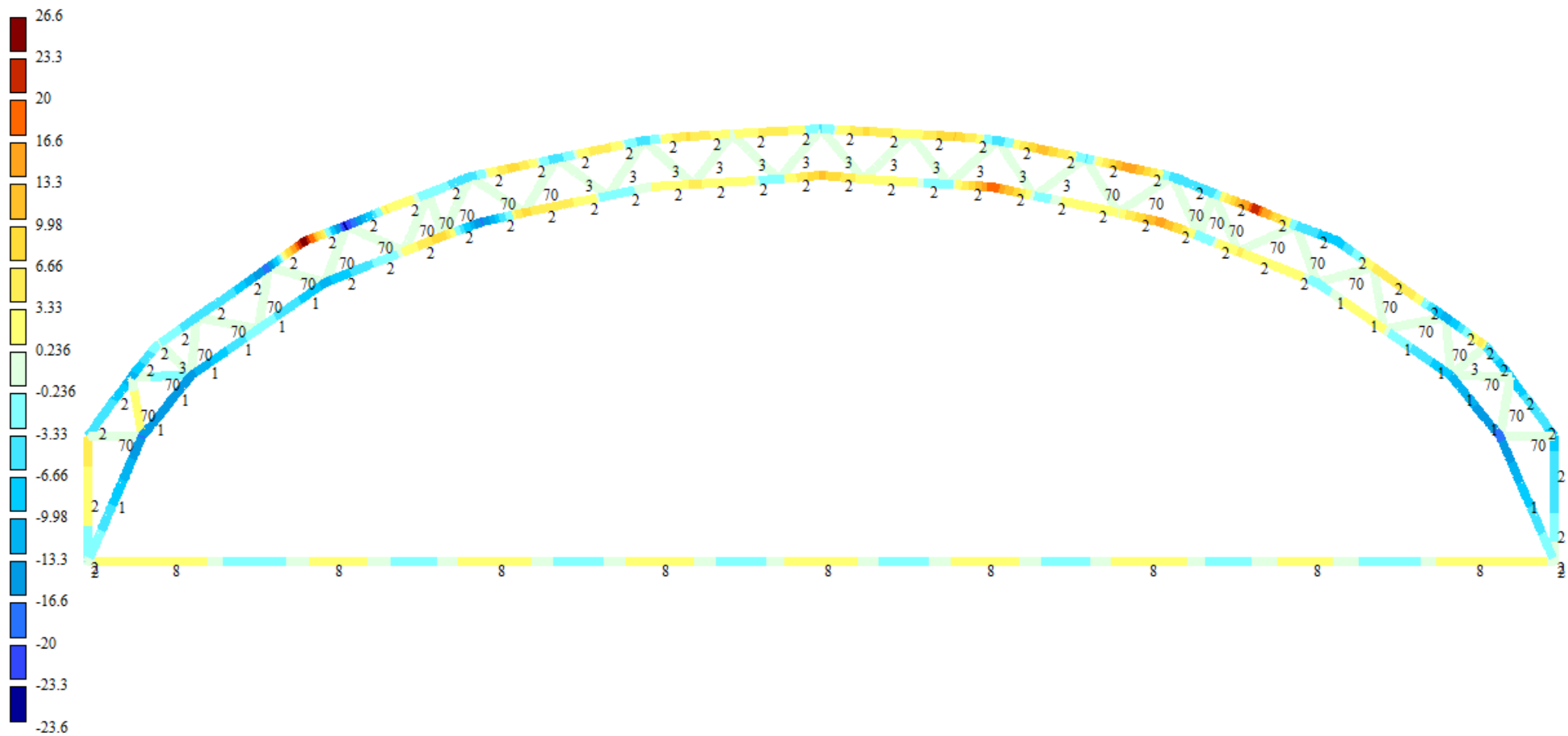


Рисунок 32. –  $[Mu]$  Мозаика моментов в элементах, тм

						08.05.01.696.2018-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		44

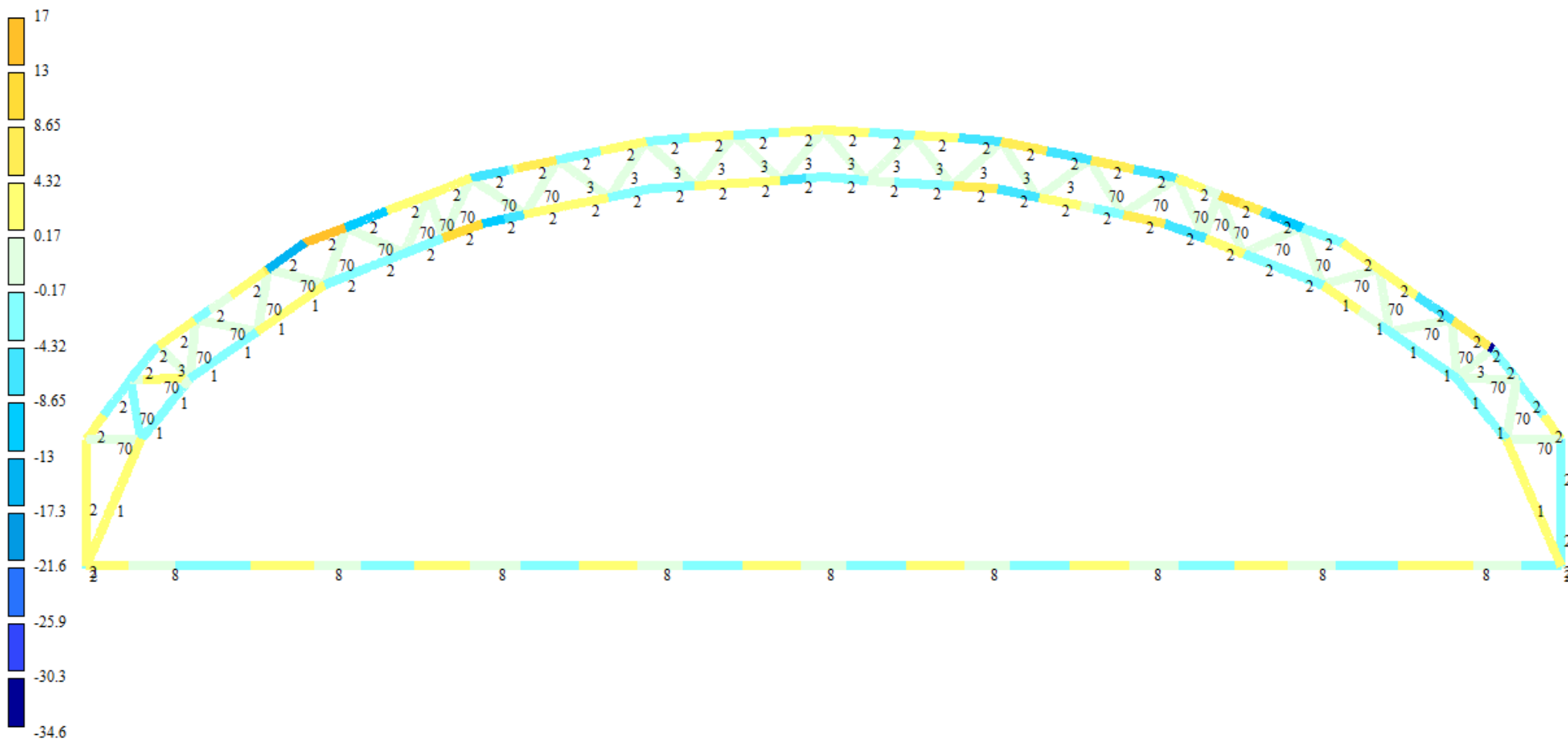


Рисунок 33. –  $[Qz]$  Мозаика усилий в элементах, т

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

08.05.01.696.2018-ПЗ

Лист

45



## 2.4 Перемещения каркаса.

Перемещения, возникающие в узлах элементов каркаса, см. рис. 34, 35.

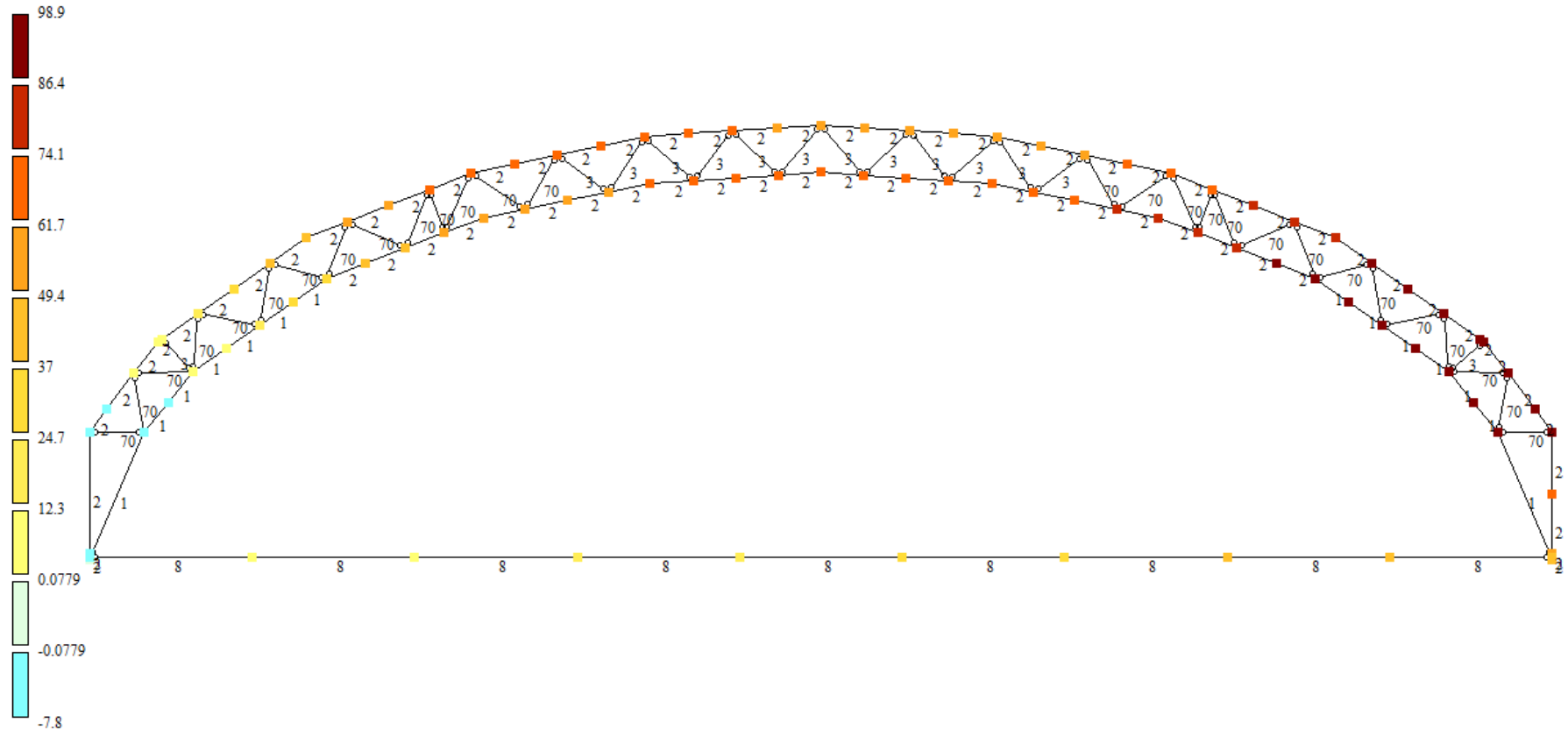


Рисунок 34. –Перемещения узлов каркаса по оси X, мм.

Относительное горизонтальное перемещение не должен превышать:  $\frac{f}{h} = \frac{98.9 \text{ мм}}{29500 \text{ мм}} = \frac{1}{301} < \left[ \frac{f}{h} \right]_u = \frac{1}{300}$

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

08.05.01.696.2018-ПЗ

Лист

46

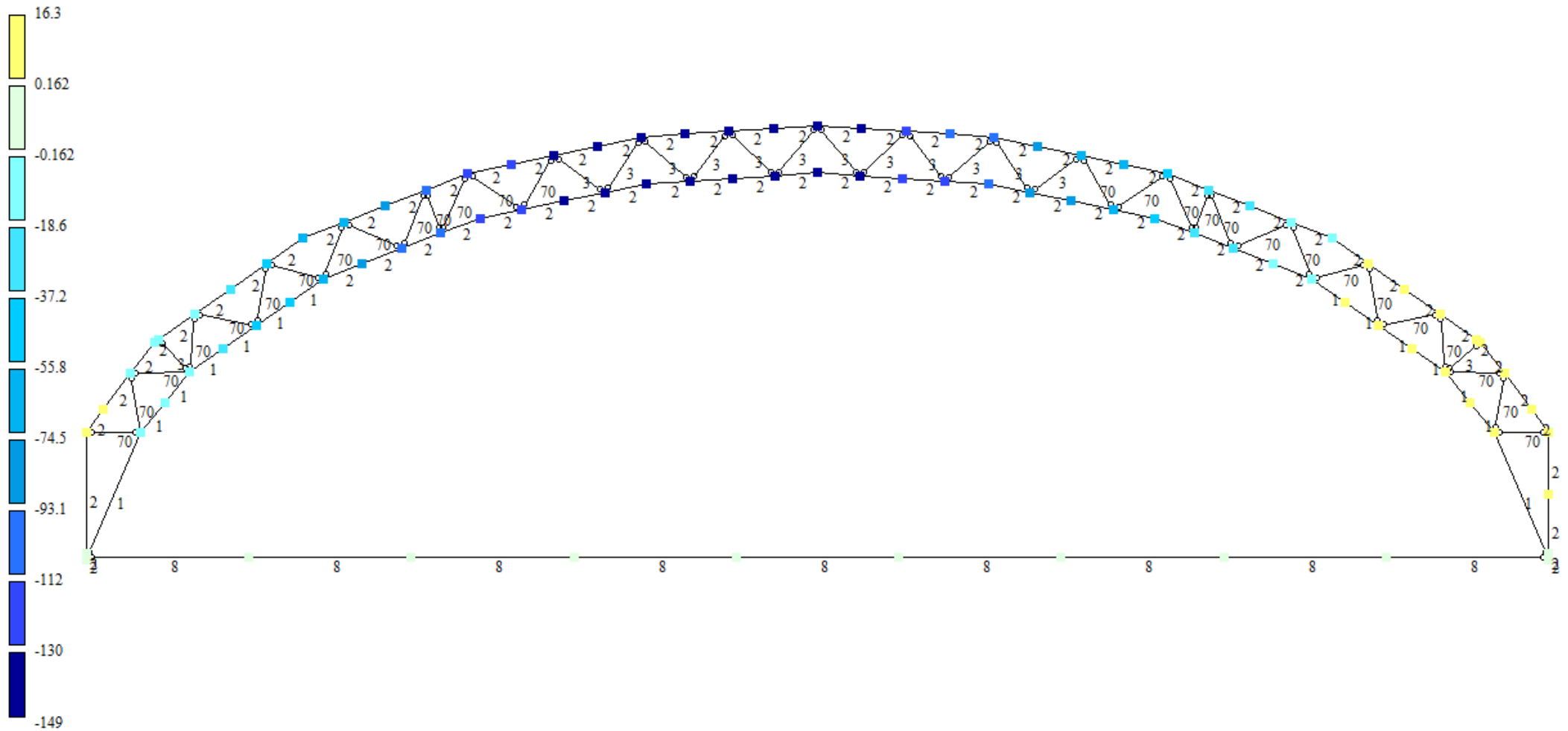


Рисунок 35. –Перемещения узлов каркаса по оси Z, мм.

Относительное вертикальное перемещение не должен превышать:  $\frac{f}{l} = \frac{149 \text{ мм}}{99000 \text{ мм}} = \frac{1}{664} < \left[ \frac{f}{l} \right]_u = \frac{1}{300}$

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

08.05.01.696.2018-ПЗ

Лист

47