



**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«КМК-2»**

220015, Республика Беларусь,  
г. Минск, ул. Пономаренко, 43а

Аттестаты соответствия: №0000700-ГП, срок действия по 12 февраля 2021 года  
№0001616-ПР, срок действия по 12 февраля 2021 года  
№СРО-П-012-344-01 от 14 августа 2015 года

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
КАНАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ  
500 М3/СУТ. Г. КОЗЕЛЬСК, КОЗЕЛЬСКОГО РАЙОНА,  
КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**РАЗДЕЛ 4**

**КОНСТРУКТИВНЫЕ И ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ**

**Расчётная часть**

**Т/266-ЕД-КР2**

**Том 4.2**

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

Минск 2019



**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«КМК-2»**

220015, Республика Беларусь,  
г. Минск, ул. Пономаренко, 43а

Аттестаты соответствия: №0000700-ГП, срок действия по 12 февраля 2021 года  
№0001616-ПР, срок действия по 12 февраля 2021 года  
№СРО-П-012-344-01 от 14 августа 2015 года

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
КАНАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ  
500 М<sup>3</sup>/СУТ. Г. КОЗЕЛЬСК, КОЗЕЛЬСКОГО РАЙОНА,  
КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**РАЗДЕЛ 4**

**КОНСТРУКТИВНЫЕ И ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ**

**Расчётная часть**

**Т/266-ЕД-КР2**

**Том 4.2**

Директор

Главный инженер проекта



А.Б. Одаренко

П.В. Волонец

Минск 2019

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№





### 1 Пояснительная записка

В настоящей записке представлены описание и результаты расчета железобетонного монолитного биореактора по объекту: «Реконструкция очистных сооружений канализации производительностью 500м3/сут. г.Козельск, Козельского района, Калужской области».

Цель настоящей работы — выполнить расчет конструктивной системы сооружения, принятой в проекте. Проверить, обеспечивается ли требуемая прочность, жесткость и устойчивость сооружения при действии проектных нагрузок, определить напряжения в основании фундаментов, проверить осадку основания, определить площадь требуемого армирования ж/б несущих элементов, проверить возможность реализации раздела КЖ данного проекта с принятыми габаритами несущих конструкций сооружения без нарушения требований действующих технических нормативных правовых актов РФ.

Класс сооружения по уровню ответственности в соответствии с [1] – КС-2 (нормальный).

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

Расчет сооружения выполнен на основе пространственной расчетной схемы с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2017.

#### 1.1 Краткое описание конструктивных решений сооружения

Биореактор представляет собой подземный резервуар с общими габаритными размерами 19,95x16,2 м. Глубина резервуара – 4,7 м.

Конструктивная схема сооружения – монолитный железобетонный резервуар с внутренними продольными и поперечными стенами.

Пространственная жесткость обеспечивается совместной работой внутренних и наружных стен.

Днище резервуара – монолитная железобетонная плита толщиной 300 мм.

Наружные стены - монолитные железобетонные толщиной 300, внутренние стены – 200 мм.

В осях Г.2-Д.2 устраивается промежуточная конструктивная плита перекрытия толщиной 200 мм.

Общая позиционная модель резервуара представлена на рис. 1.

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

						Т/266-ЕД-КР2-ГЧ	Лист
							2
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		

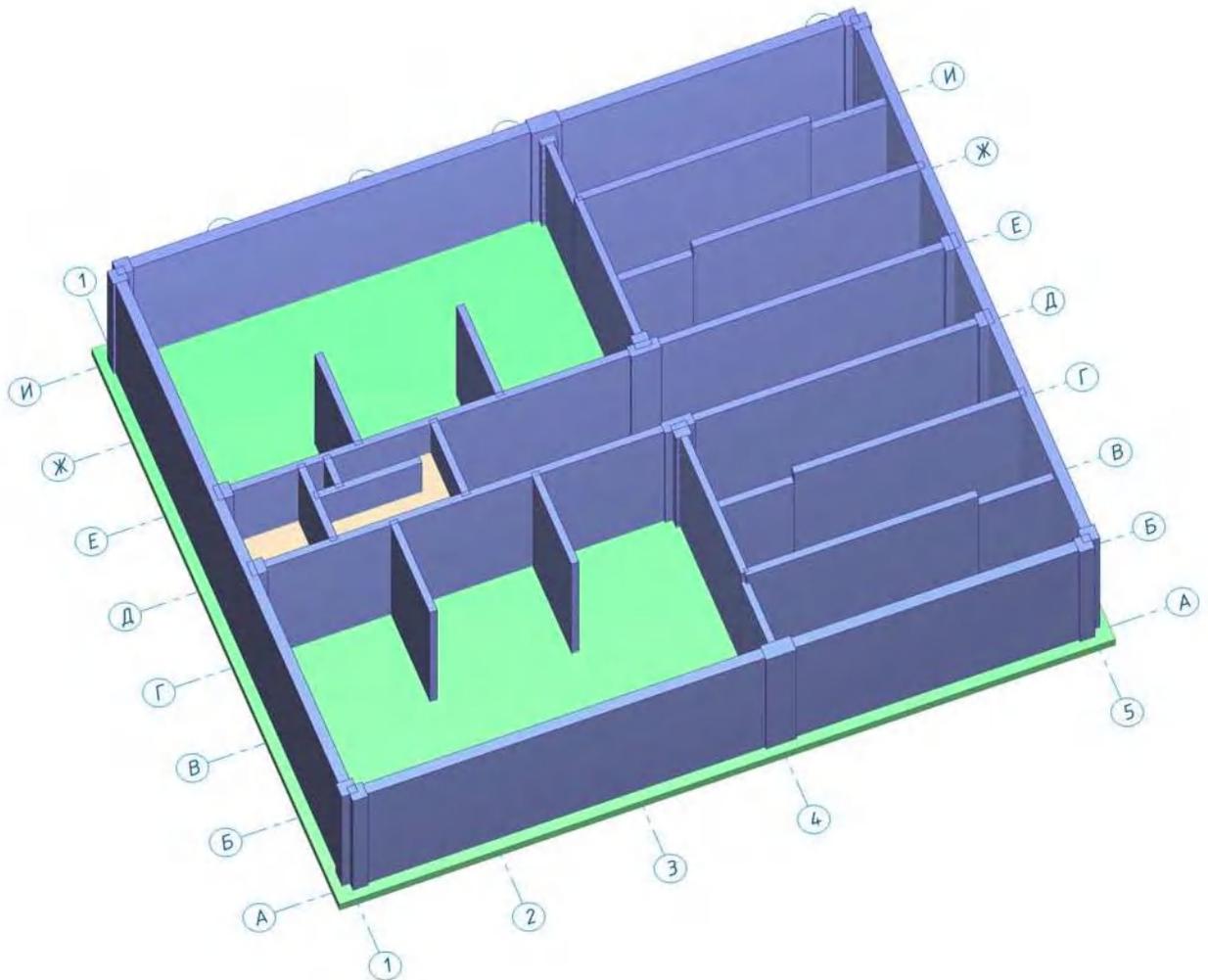


Рис. 1 Общая позиционная модель резервуара

## 1.2 Материалы конструкций

Для монолитных конструкций принят бетон класса В35, рабочая продольная и поперечная арматура класса А500.

Характеристики материалов.

Бетон В35:

$R_b = 19,5$  МПа – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию;

$R_{bt} = 1,30$  МПа – прочность бетона на осевое растяжение, установленная для проектирования конструкций;

$E_b = 34\,500$  МПа – модуль упругости бетона;

$\nu = 0,2$  – коэффициент Пуассона бетона.

Арматурная сталь А500:

$R_{s,n} = 500$  МПа - нормативное сопротивление арматуры;

$R_s = 435$  МПа – расчетное сопротивление арматуры;

$E_s = 2,0 \times 10^5$  МПа – модуль упругости арматуры;

$\nu = 0,2$  – коэффициент Пуассона стали.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата	Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Лист
									3
Т/266-ЕД-КР2-ТЧ									



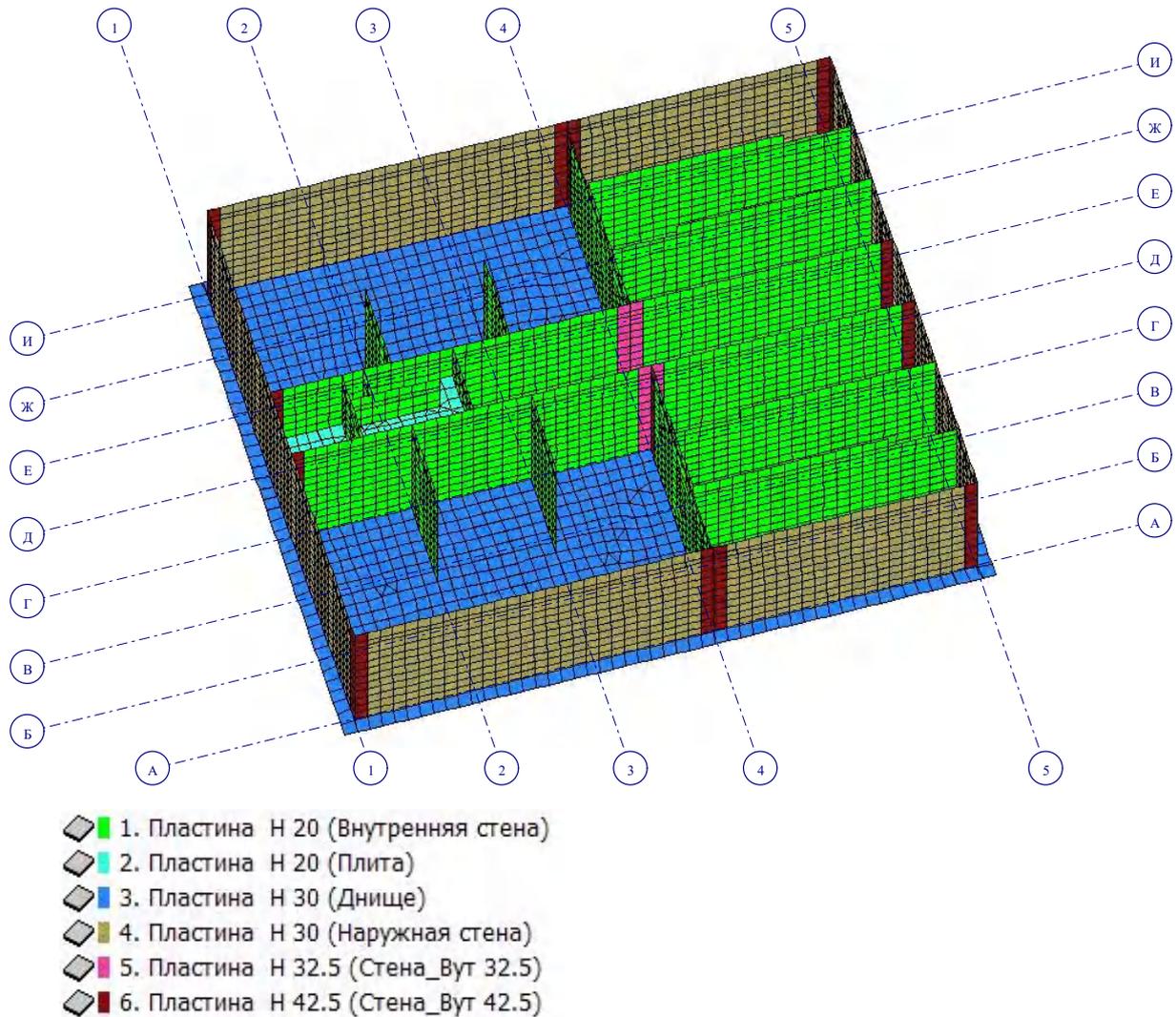


Рис. 2 Расчетная модель резервуара

### 3 Расчётные нагрузки и воздействия на сооружение

Расчет выполнен в линейной постановке по первой и второй группам предельных состояний от действия:

1. постоянных нагрузок (собственный вес конструкций, собственный вес и давление грунта обратной засыпки);
2. временных длительных нагрузок (давление технологической жидкости на лицевую грань резервуара)
3. кратковременных нагрузок (температурные климатические воздействия, нагрузки от строительных и погрузочных механизмов или складированных грузов по призме обрушения, давление воды при гидравлическом испытании).

Значения коэффициентов надежности по нагрузкам приняты в соответствии с [2] и представлены в таблице 1.

Инов.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№					Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата	Т/266-ЕД-КР2-ТЧ	
							5

Таблица 1. Перечень приложенных нагрузок с коэффициентами надежности по нагрузке

№	Нагрузка	$\gamma_f$
1	Постоянная:	
1.1	- собственный вес железобетонных конструкций	1,1 (0,9)
1.2	- собственный вес и давление грунта обратной засыпки	1,15 (0,9)
2	Длительная:	
2.1	- давление технологической жидкости	1,0
2.2	- пониженное значение температурных климатических воздействий	1,1
3	Кратковременная:	
3.1	- нагрузка от строительных и погрузочных механизмов или складированных материалов	1,2
3.2	- температурные климатические воздействия	1,1
3.3	- давление воды при гидравлическом испытании	1,0

Расчет резервуара выполнен для трех основных случаев загрузки:

1. резервуар заполнен водой, но не обсыпан грунтом (гидравлическое испытание);
2. резервуар обсыпан грунтом, но не заполнен водой (стадия возведения или ремонта);
3. резервуар заполнен частично или полностью технологической жидкостью и обсыпан грунтом (стадия эксплуатации).

Поскольку прогнозируемый уровень грунтовых вод значительно ниже отметки дна резервуара, то гидростатическое действие грунтовых вод не учитывается и расчет на всплытие не производится.

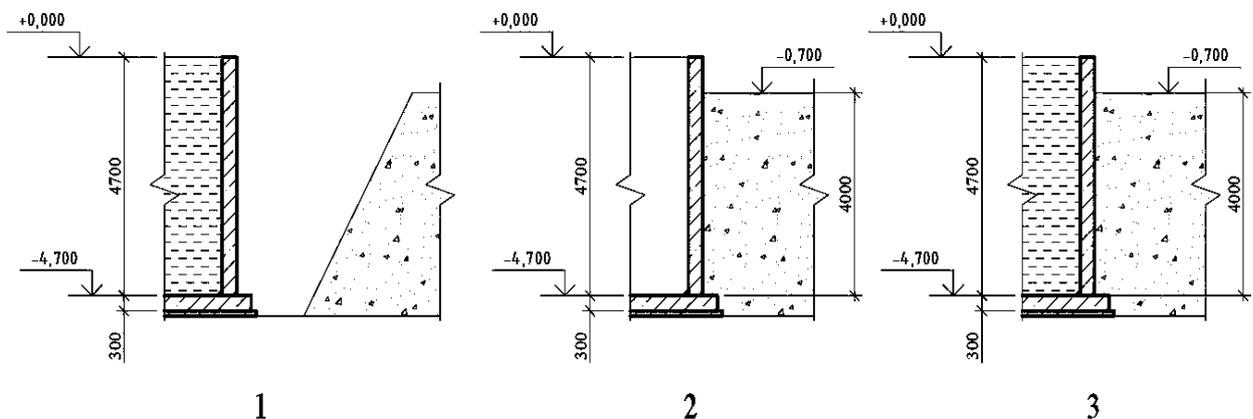


Рис. 3 Основные расчетные случаи

Инва.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№					Лист	
								Т/266-ЕД-КР2-ТЧ
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.		

### 3.1 Нагрузка от бокового давления грунта

В качестве грунта обратной засыпки принят местный песчаный грунт средней прочности.

Нагрузка от транспортных воздействий, строительных и погрузочных механизмов или складированных грузов принята  $1 \text{ т/м}^2$ .

Согласно [6] и [7] при расчете конструкций резервуаров, следует учитывать дополнительное реактивное давление грунта, вызванное перемещением стены в сторону грунта засыпки под воздействием сезонного изменения температуры окружающей среды (расчетный случай 2). Учитывается умножением нагрузки от давления грунта на коэффициент  $k_r$ :

$$k_r = \beta \sqrt{H_{\text{ст}}} \Delta t_d$$

Где  $\beta$  – коэффициент, зависящий от жесткости чаши и типа днища, для неразрезного днища равен 0.002;

$\Delta t_d$  – расчетный перепад температуры в стене

$$\Delta t_d = 0,8(T_k - 10)$$

$T_k$  – температура воздуха в камере, принимается как расчетная наибольшая летняя среднемесячная температура за время наблюдений на ближайшем метеорологическом пункте.  $T_k = 19,9 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta t_d = 0,8(19,9 - 10) = 7,92 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_r = 0,002 * \sqrt{4,7} * 7,92 = 0,034.$$

Расчетные схемы резервуара (нагрузки в  $\text{т/м}^2$ ):

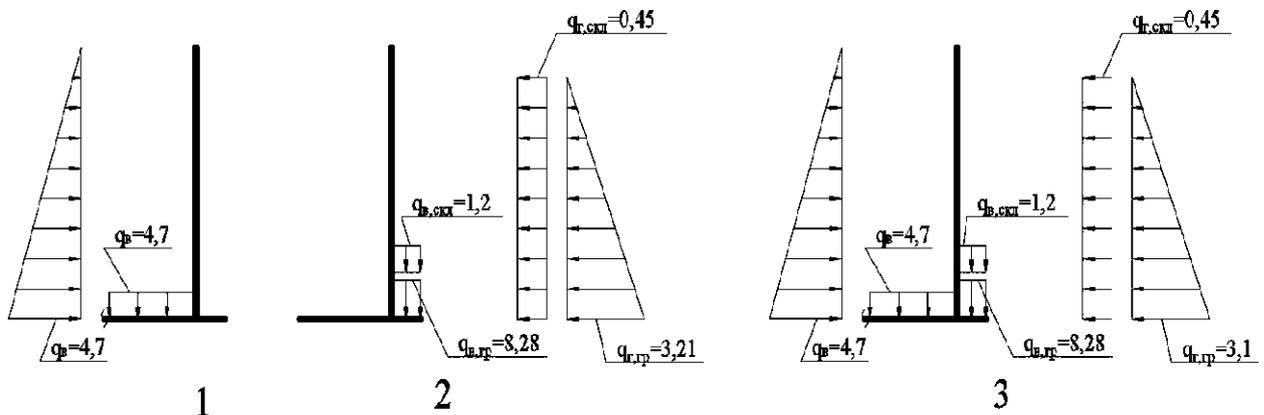


Рис. 4 Расчетные схемы для основных расчетных случаев

### 3.2 Нагрузки от температурно-климатических воздействий

В расчете учтены температурные климатические воздействия на сооружение. Нормативные значения изменений средних температур в сечении элемента составило:

$\Delta t_w = -40,72 \text{ }^\circ\text{C}$  – теплое время года;

$\Delta t_c = 46,98 \text{ }^\circ\text{C}$  - холодное время года.

Нормативные значения перепада температур по сечению элемента составило:

$\Delta t_w = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  – теплое время года;

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№				Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата	Т/266-ЕД-КР2-ТЧ

$\Delta t_c = 20,23 \text{ }^\circ\text{C}$  - холодное время года.

#### 4 Результаты статического расчета сооружения

В результате статического расчета определены:

1. горизонтальные перемещения верха подпорной стены;
2. средняя осадка фундамента;
3. давление на основание.

1. При действии на подпорные стены резервуара нормативных статических нагрузок перемещения верха подпорных стен  $\Delta$  не должны превышать предельно допустимых значений  $h_0/75$  согласно [8]. Максимальное перемещения верха подпорной стены возникают при расчетном случае 2 (расчетный случай 1 не рассматривается, так как действие воды при гидравлическом испытании является кратковременной нагрузкой):

$$\Delta = 9.94 \text{ мм} < h/75 = 4700/75 = 62.7 \text{ мм.}$$

Горизонтальные перемещения подпорных стен – см. рис. 5-8.

2. Согласно таблице Г.1 приложения Г [5], для одноэтажных производственных сооружений с полным монолитным железобетонным каркасом предельная средняя осадка основания фундаментной плиты не должна превышать  $s_u = 100 \text{ мм}$ .

Осадка основания сооружения была рассчитана двумя методами:

- послойного суммирования с использование расчетной схемы в виде линейно деформируемого полупространства (ЛПП) (приложение Б);
- с использованием системы ЛИРА-Грунт в соответствии с результатами инженерно-геологических изысканий (приложение В), учетом жесткости несущего каркаса и распределения напряжений под подошвой.

По методу ЛПП среднее значение осадки фундаментной плиты составило:  
 $s = 1.8 \text{ мм} < s_u = 100 \text{ мм}$ .

По результатам расчета деформаций основания с использованием системы ЛИРА-Грунт (метод ЛПП с учетом переменного коэффициента постели по модели Винклера-Фусса ( $CI = q/S$ )) значение максимальных осадок фундаментной плиты составило:

$$s = 2.64 \text{ мм} < s_u = 100 \text{ мм.}$$

Схемы вертикальных деформаций плиты днища резервуара – см. рис. 9, 10.

3. Давление под подошвой днища резервуара – см. рис. 11, 12.

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

						Т/266-ЕД-КР2-ТЧ	Лист
							8
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		

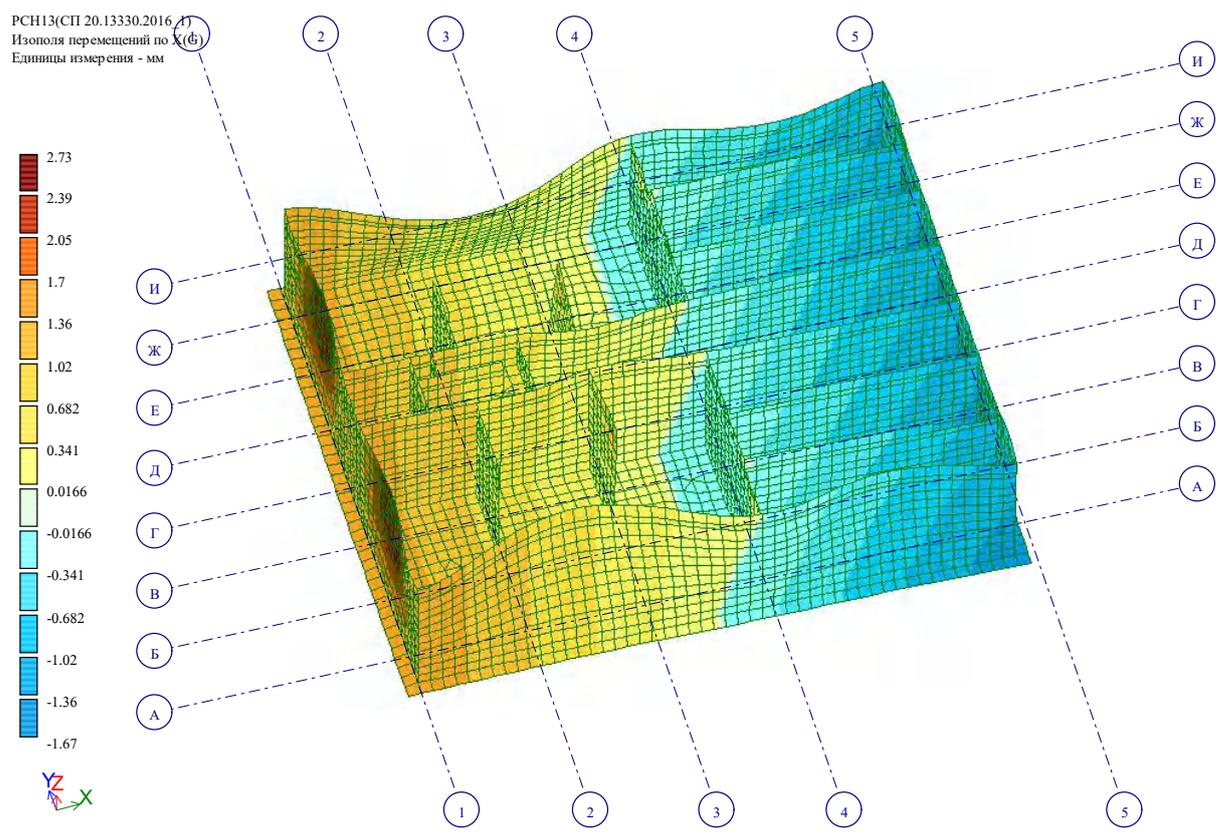


Рис. 5 Горизонтальные перемещения подпорных стен по X (расчетный случай 2)

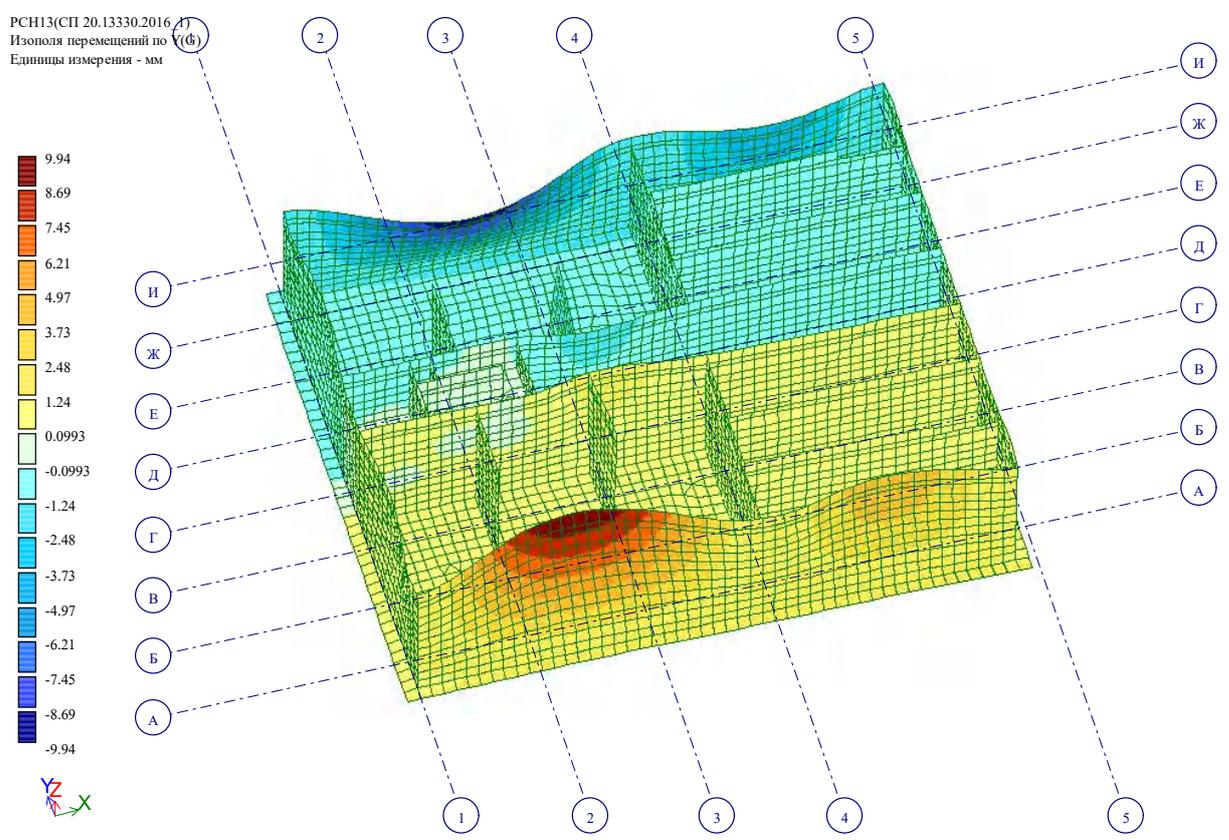


Рис. 6 Горизонтальные перемещения подпорных стен по Y (расчетный случай 2)

Инов.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

РСН14(СП 20.13330.2016) ДТ  
Изополюс перемещений по X(Ф)  
Единицы измерения - мм

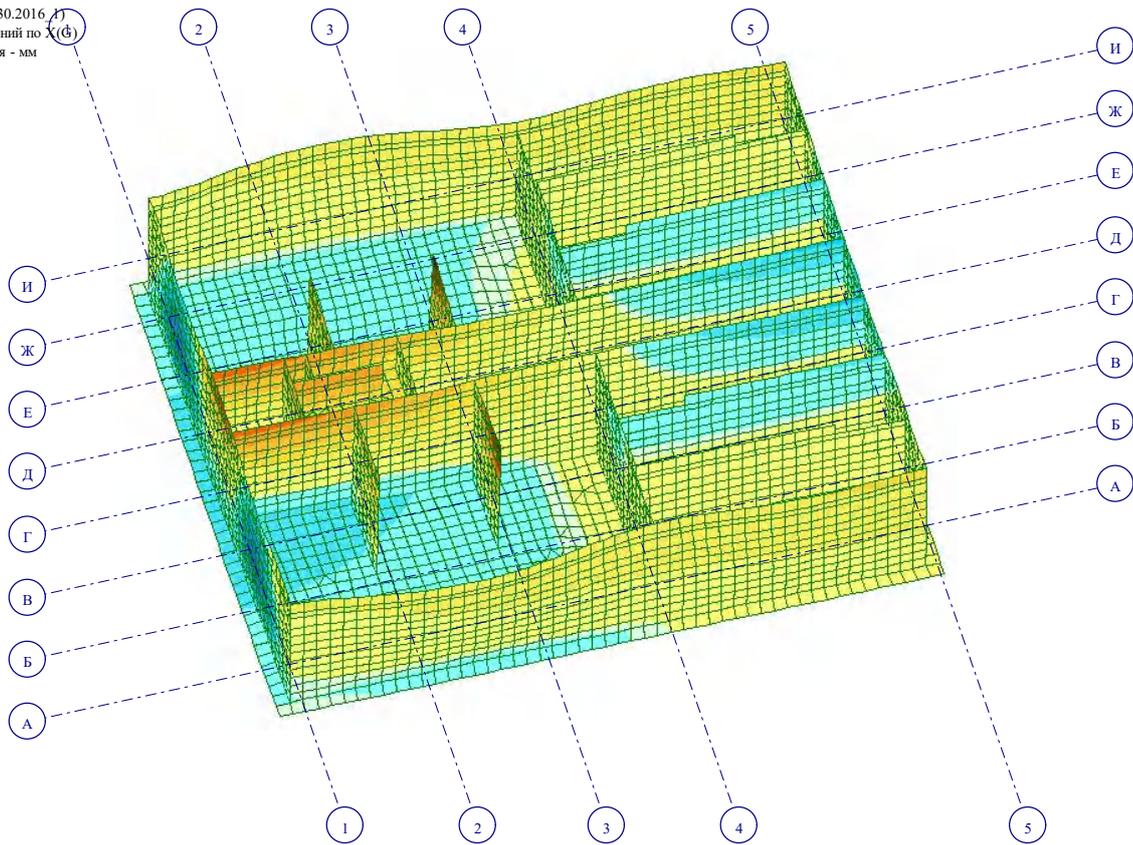
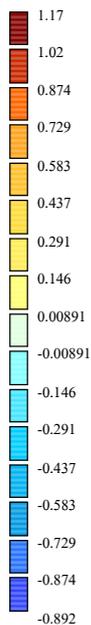


Рис. 7 Горизонтальные перемещения подпорных стен по X (расчетный случай 3)

РСН14(СП 20.13330.2016) ДТ  
Изополюс перемещений по Y(Ф)  
Единицы измерения - мм

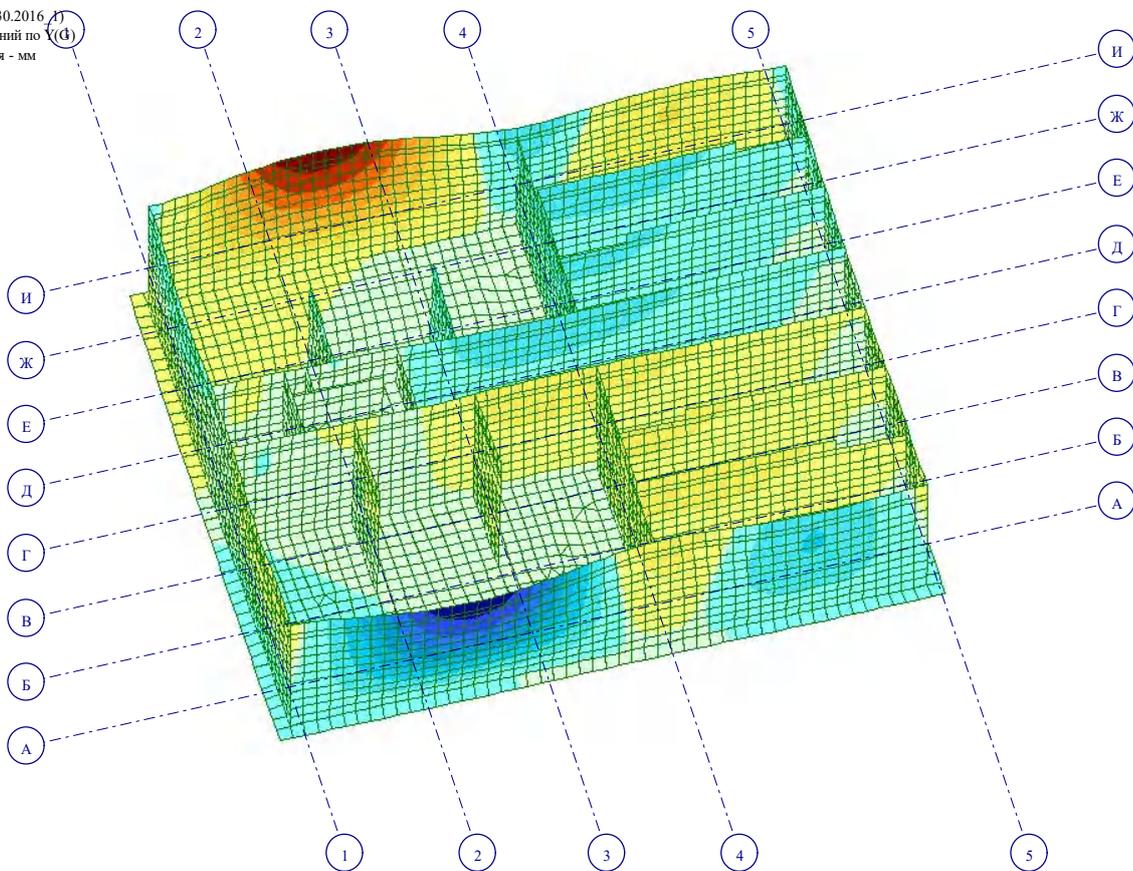
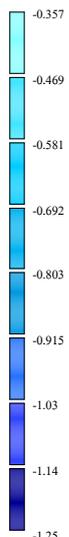


Рис. 8 Горизонтальные перемещения подпорных стен по Y (расчетный случай 3)

Инов.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№доку.	Подпись	Дата

РСН13(СП 20.13330.2016\_1)  
 Изополю перемещений по Z(G)  
 Единицы измерения - мм



Отм. 0.000

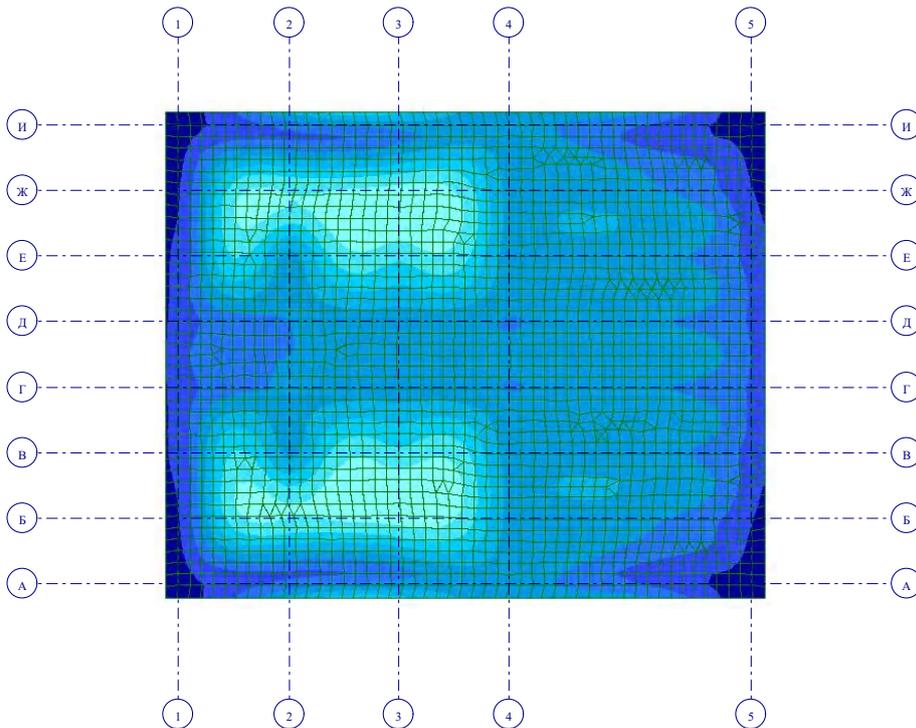
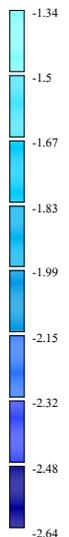


Рис. 9 Схема вертикальных деформаций плиты дна резервуара (расчетный случай 2)

РСН14(СП 20.13330.2016\_1)  
 Изополю перемещений по Z(G)  
 Единицы измерения - мм



Отм. 0.000

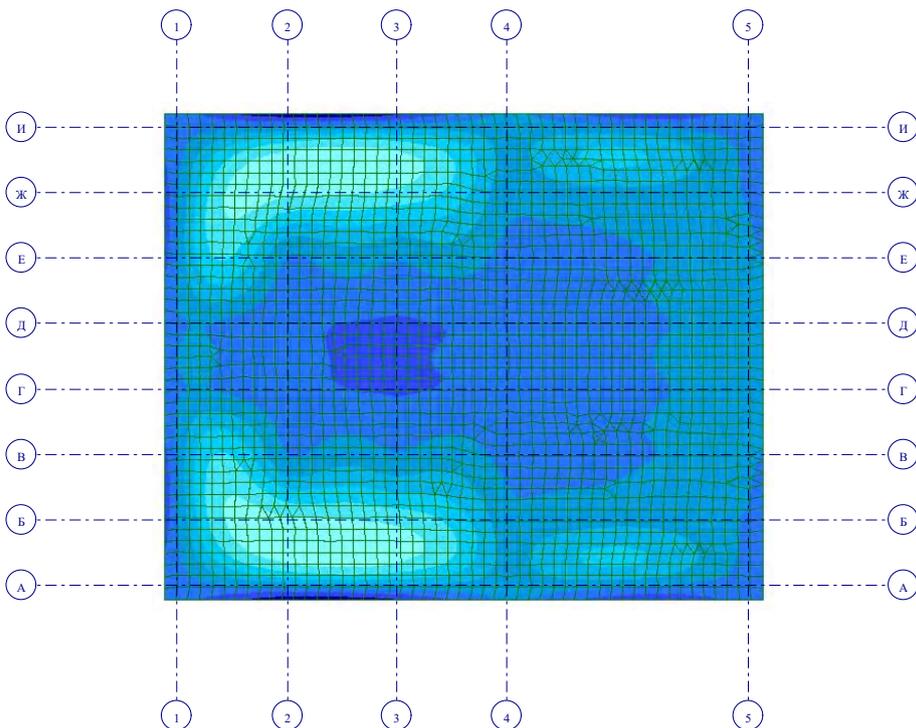


Рис. 10 Схема вертикальных деформаций плиты дна резервуара (расчетная случай 3)

Ивв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

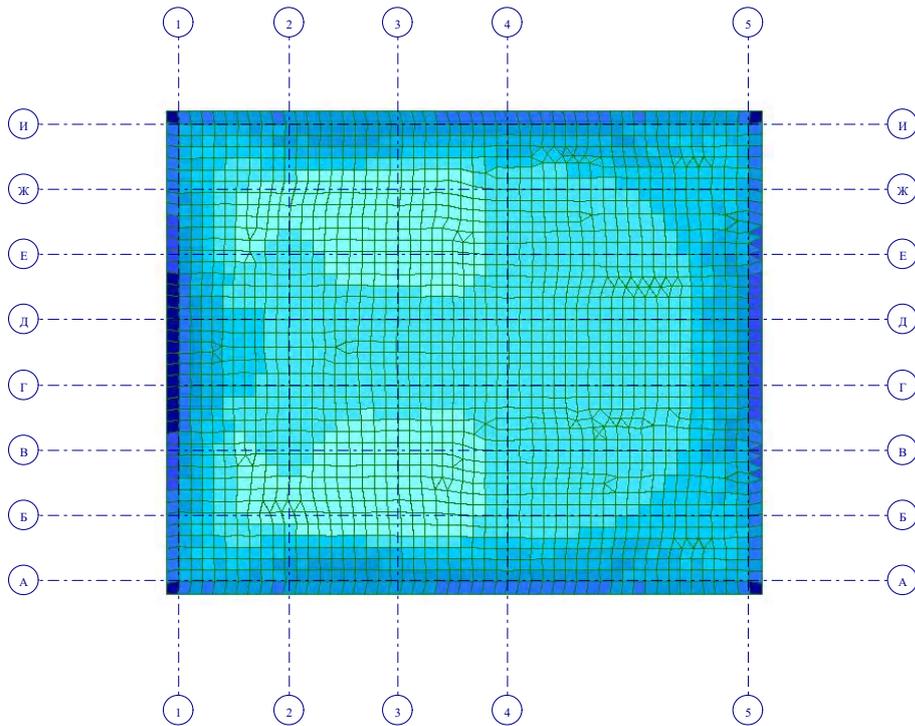
РСН13(СП 20.13330.2016\_1)  
Мозаика напряжений по Rz  
Единицы измерения - т/м2



Отм. 0.000

Рис. 11

Давление под подошвой днища резервуара (расчетный случай 2)



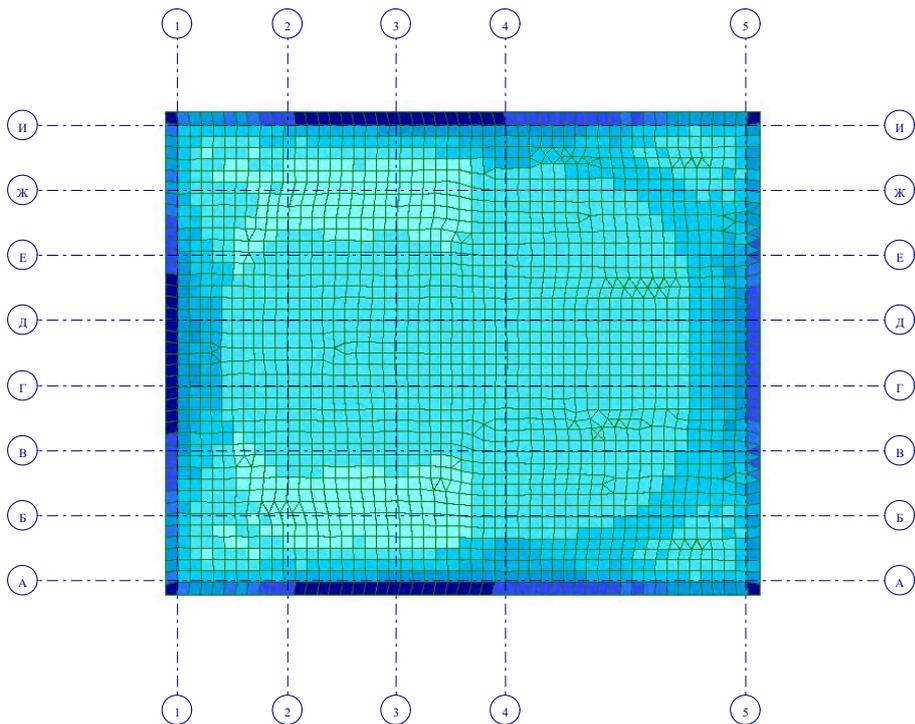
РСН14(СП 20.13330.2016\_1)  
Мозаика напряжений по Rz  
Единицы измерения - т/м2



Отм. 0.000

Рис. 12

Давление под подошвой днища резервуара (расчетный случай 3)



Инов.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата



Результаты расчета требуемого армирования конструкций резервуара с учетом трещиностойкости приведены далее на рисунках.

Схемы армирования для элементов, где не требуется установка расчетной арматуры, не приведены (внутренние стены по осям 2, 3, Б, В, Е, Ж).

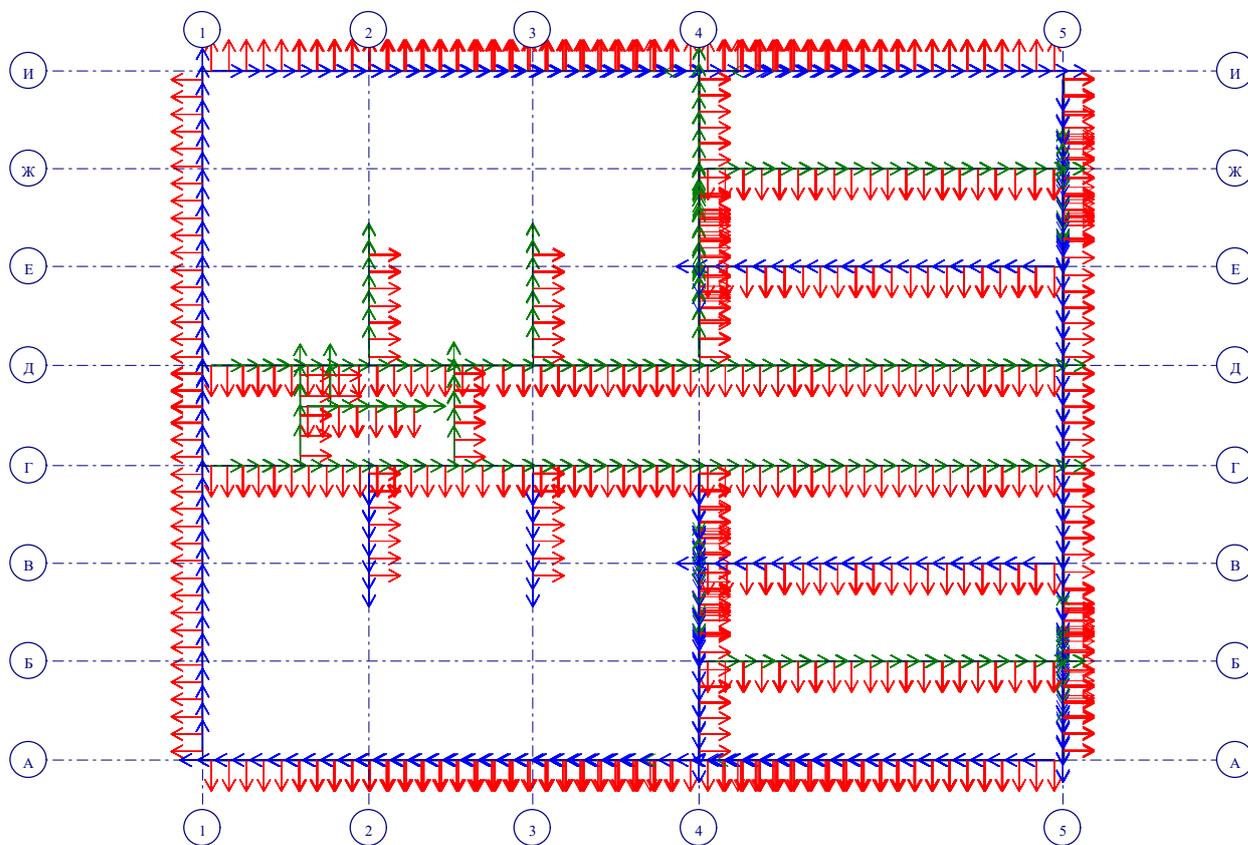
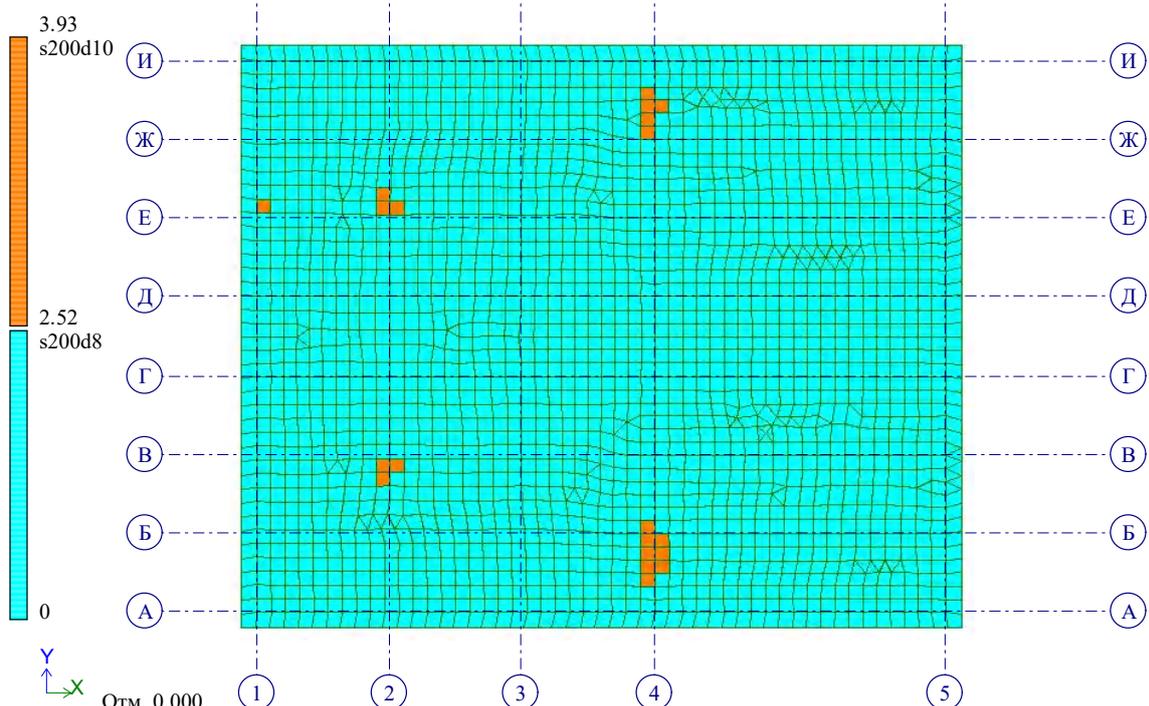


Рис. 13 Схема направления местной оси Z оболочечных КЭ

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№			
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

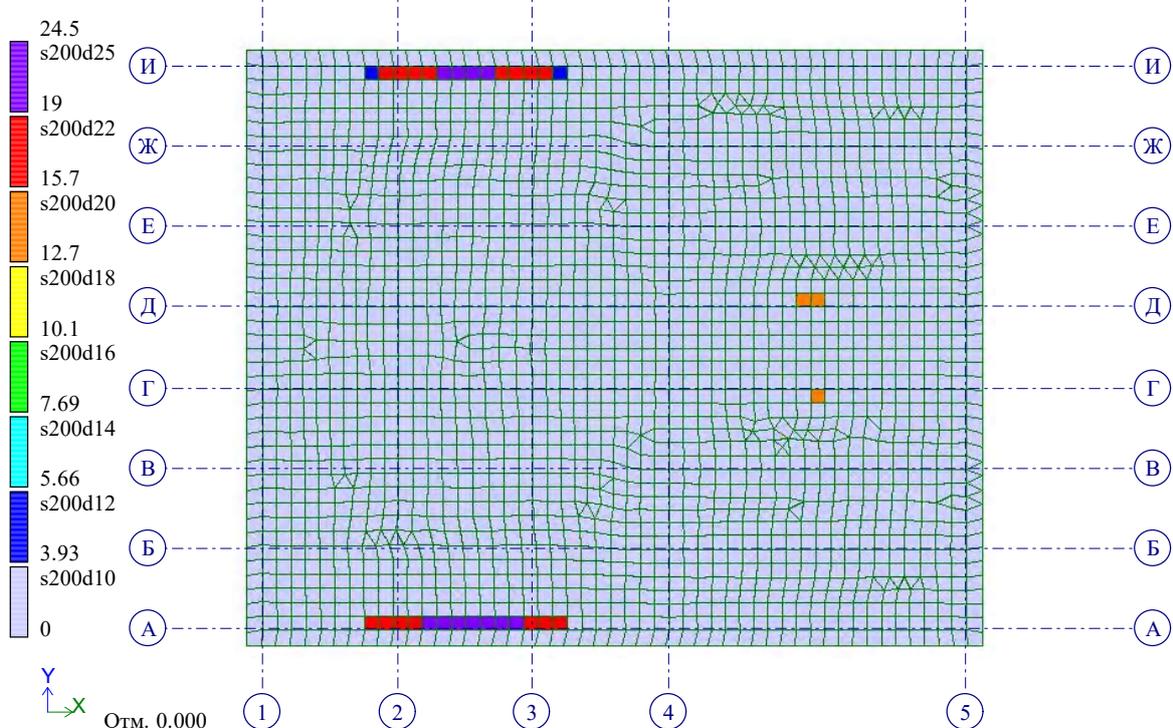
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 884

Рис. 14 Днище. Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 186

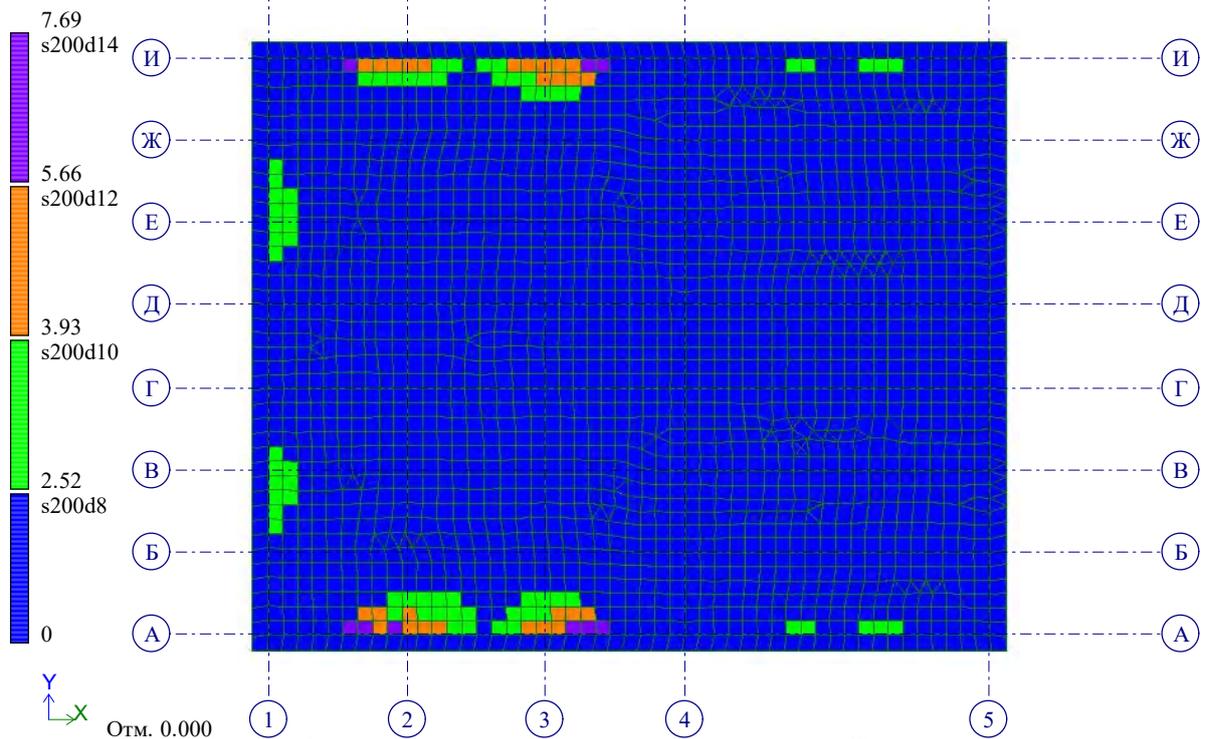
Рис. 15 Днище. Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани

Инва.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№доку.	Подпись	Дата

T/266-ЕД-КР2-ТЧ

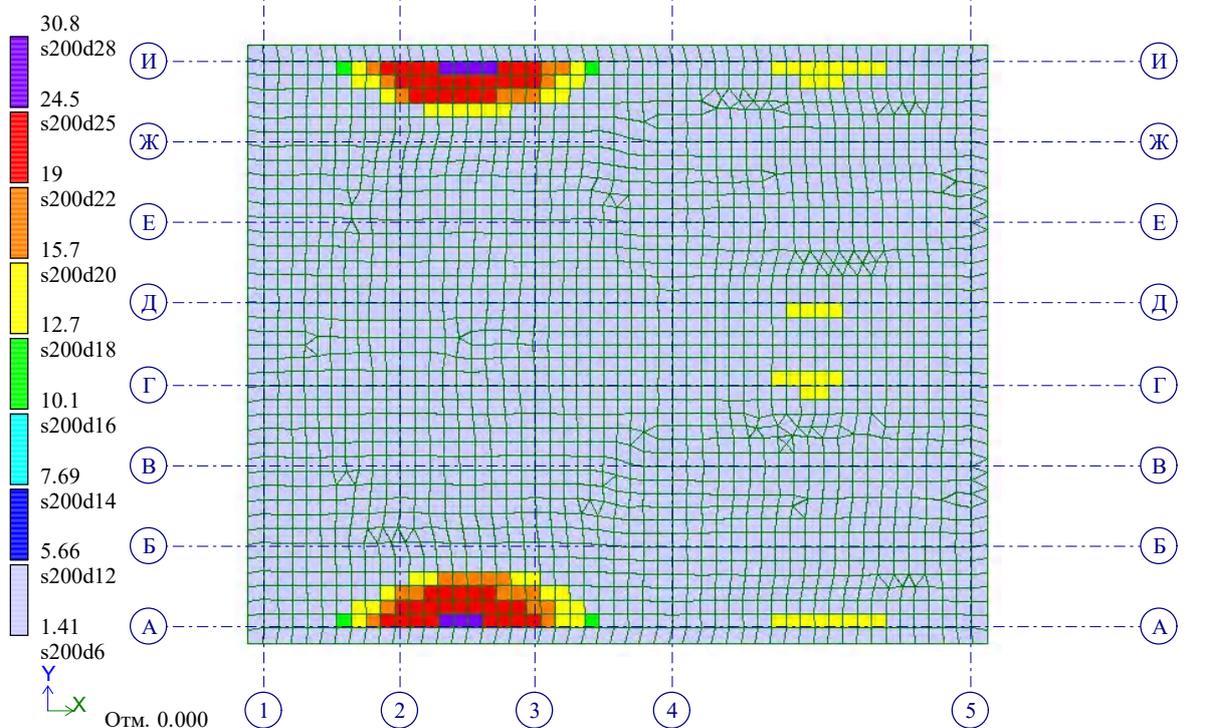
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Отм. 0.000  
 Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани; максимум в элементе 499

Рис. 16 Днище. Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



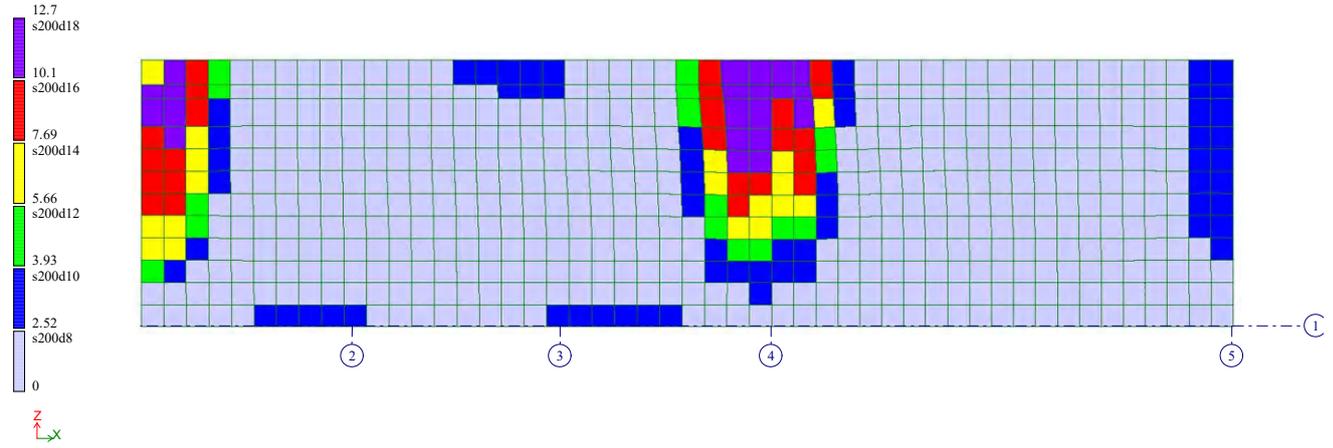
Отм. 0.000  
 Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 1585

Рис. 17 Днище. Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

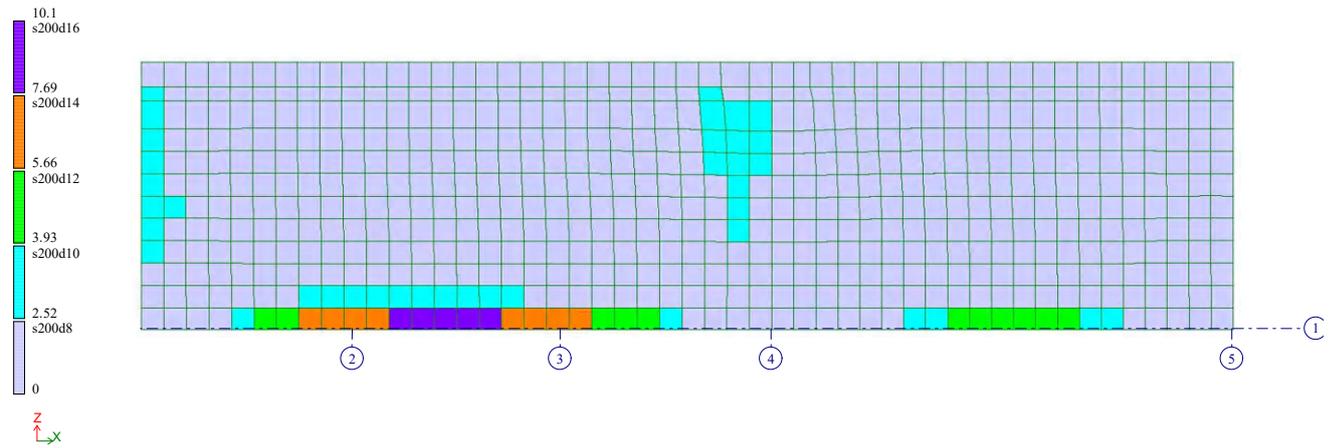
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСНУ: СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 4082

**Рис. 18 Наружная стена по оси А. Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани**

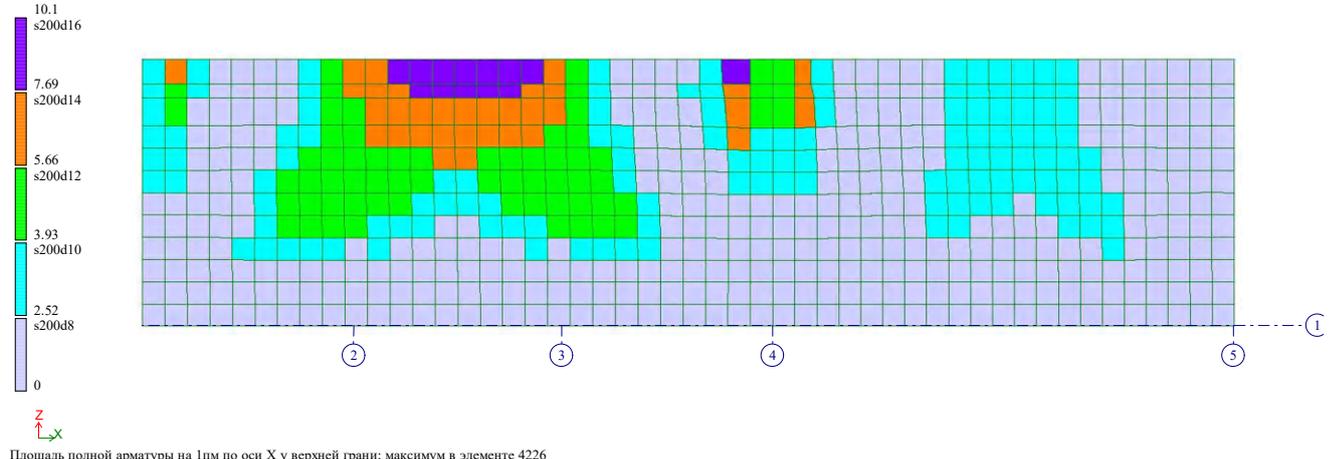
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСНУ: СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 4174

**Рис. 19 Наружная стена по оси А. Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани**

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСНУ: СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани; максимум в элементе 4226

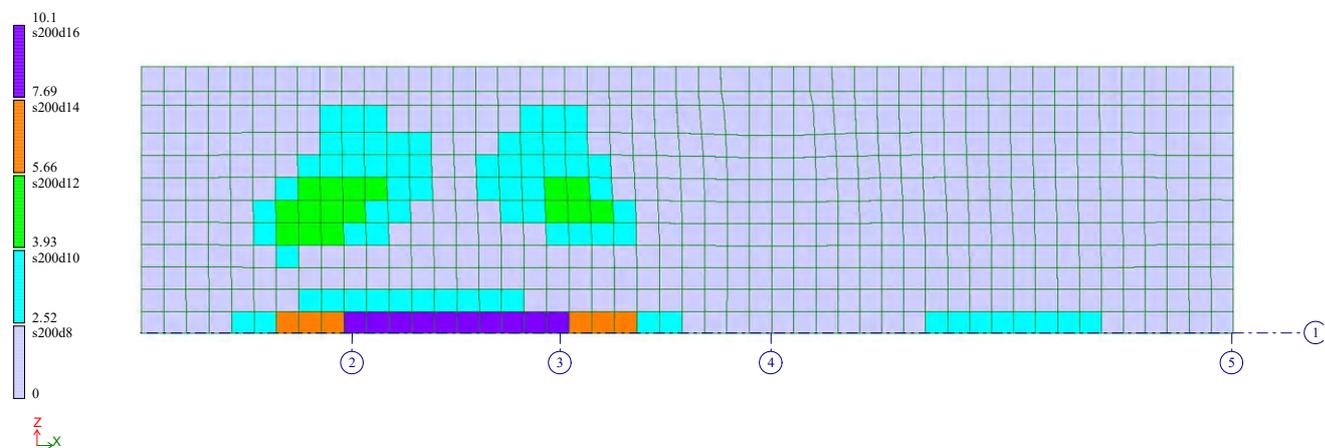
Инва.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

T/266-ЕД-КР2-ТЧ

**Рис. 20** Наружная стена по оси А. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани

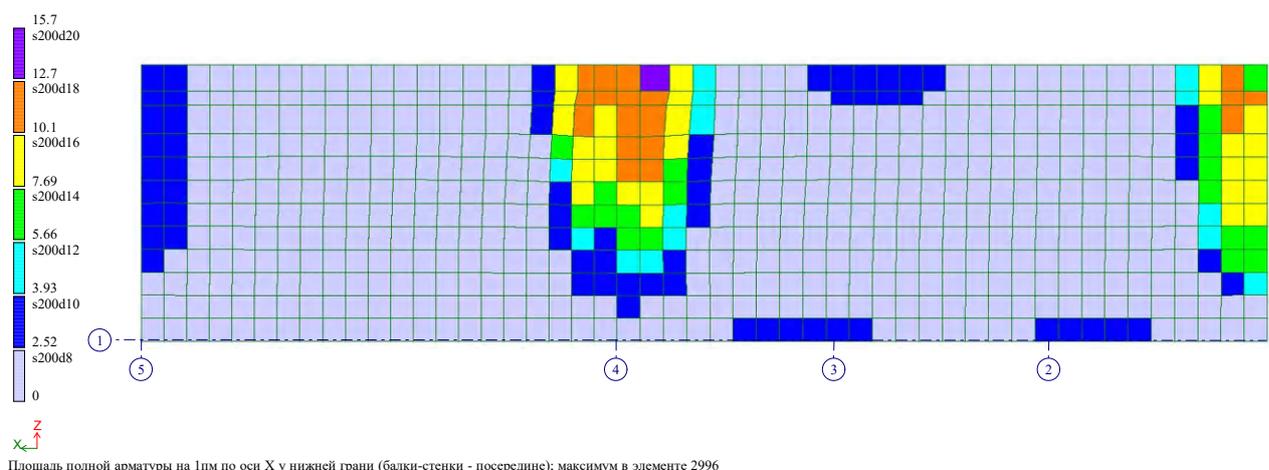
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 4174

**Рис. 21** Наружная стена по оси А. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



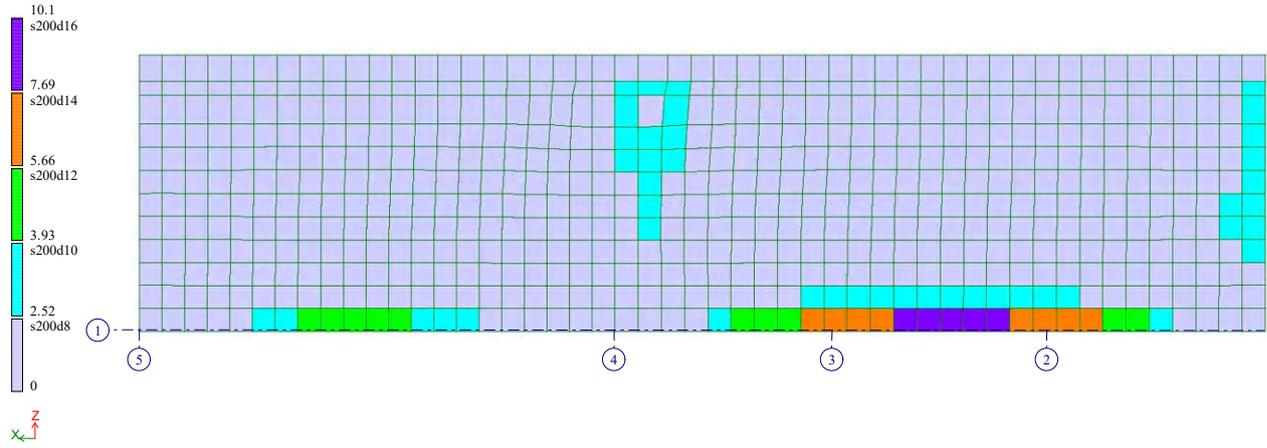
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 2996

**Рис. 22** Наружная стена по оси И. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани

Инва.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата	Т/266-ЕД-КР2-ТЧ	Лист
							18

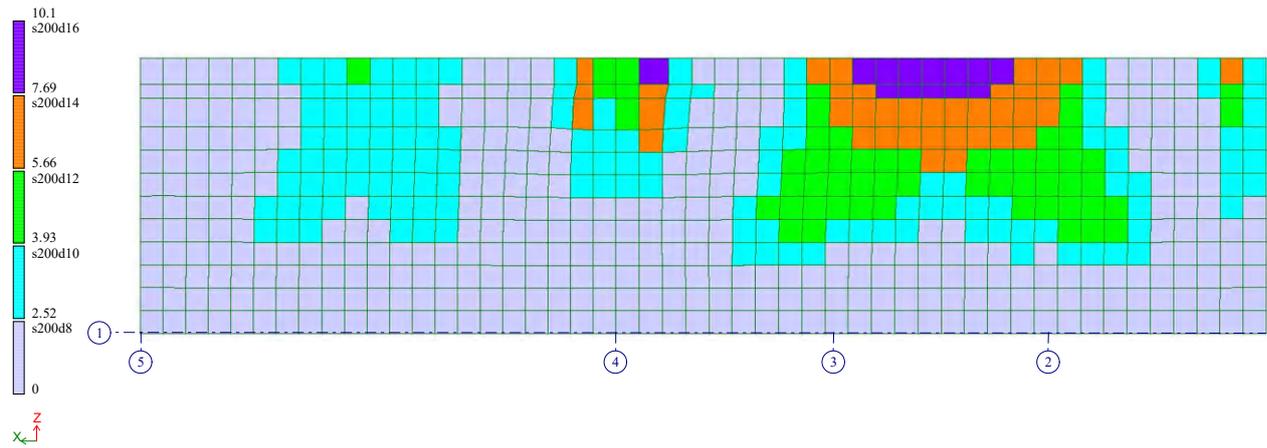
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСН-СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 2851

**Рис. 23 Наружная стена по оси И. Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани**

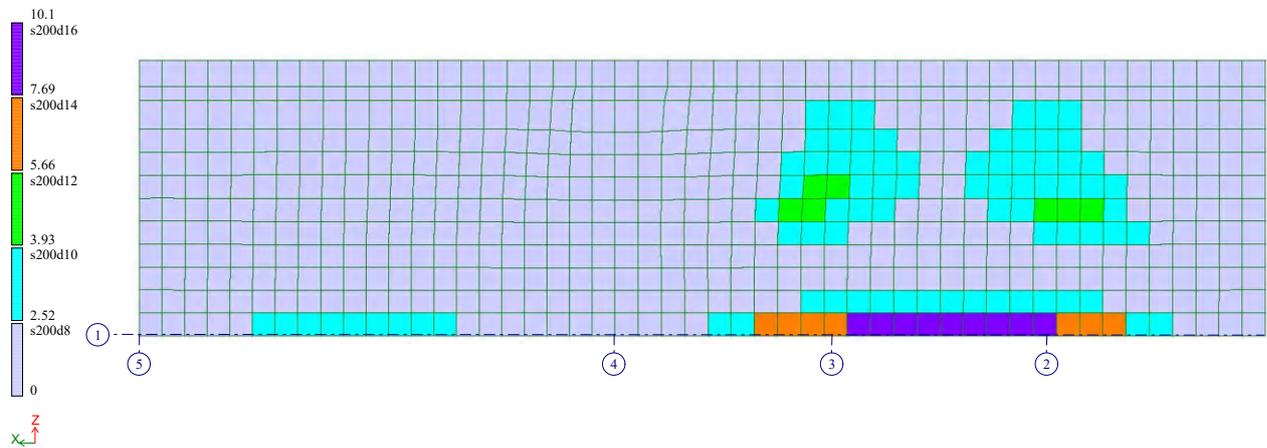
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСН-СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани; максимум в элементе 2852

**Рис. 24 Наружная стена по оси И. Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани**

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСН-СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 2863

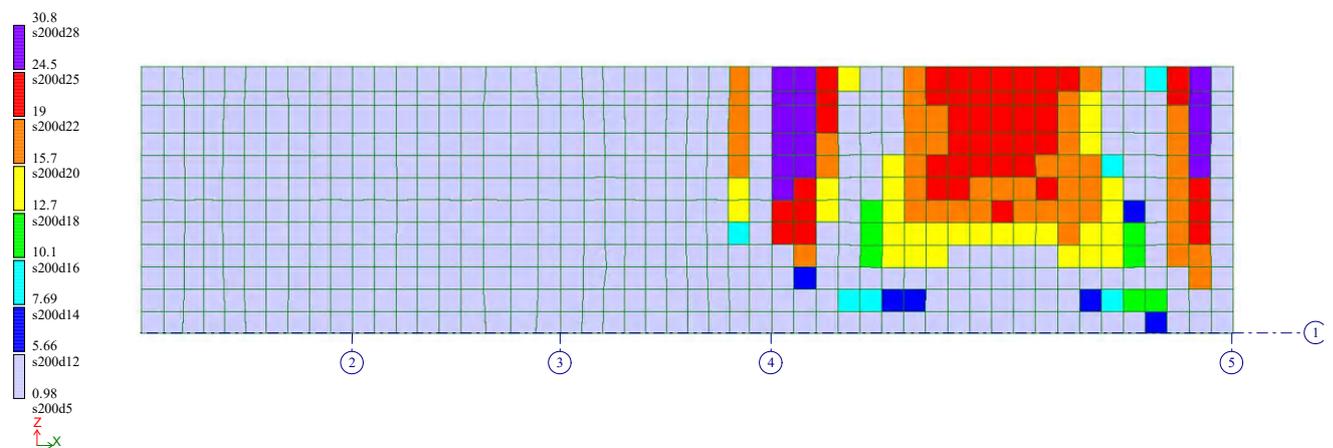
Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№
--------------	--------------	-------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№доку.	Подпись	Дата
------	--------	------	--------	---------	------

T/266-ЕД-КР2-ТЧ

**Рис. 25** Наружная стена по оси И. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани

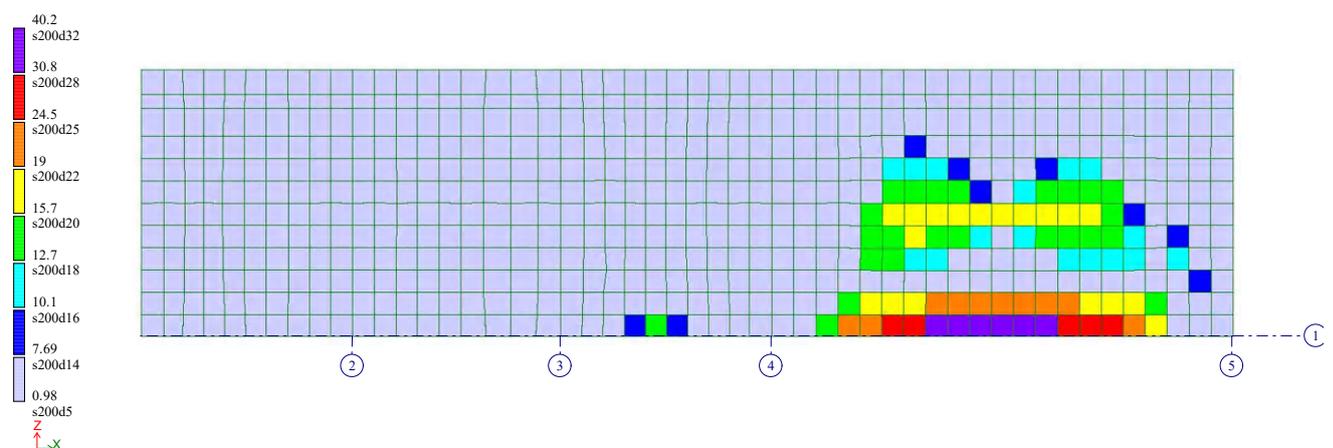
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 5311

**Рис. 26** Внутренняя стена по оси Г. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 5420

**Рис. 27** Внутренняя стена по оси Г. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани

Инов.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№					
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСН:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм

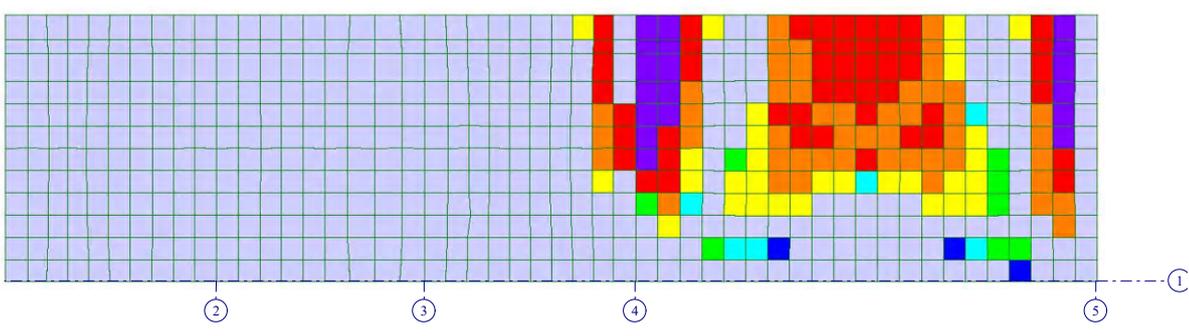
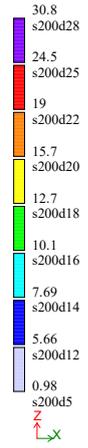


Рис. 28 Внутренняя стена по оси Г. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСН:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм

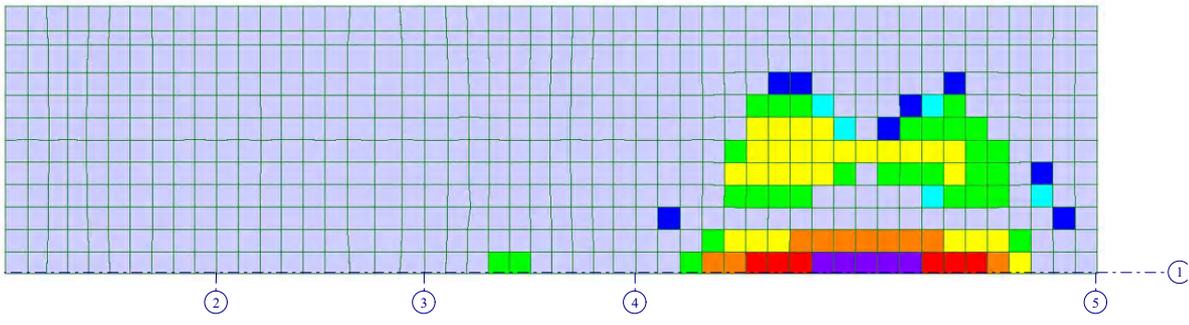
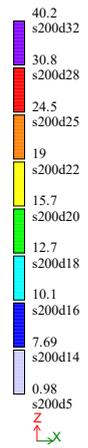
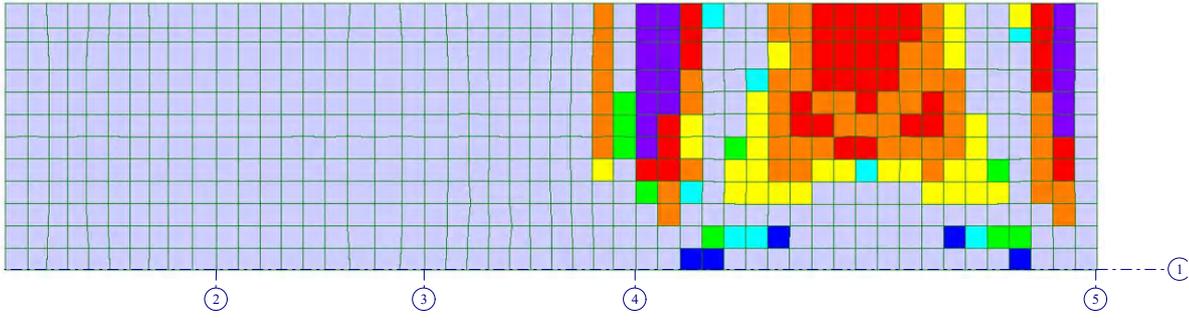
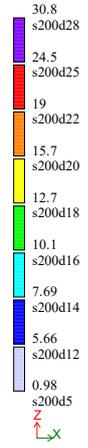


Рис. 29 Внутренняя стена по оси Г. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСН:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм

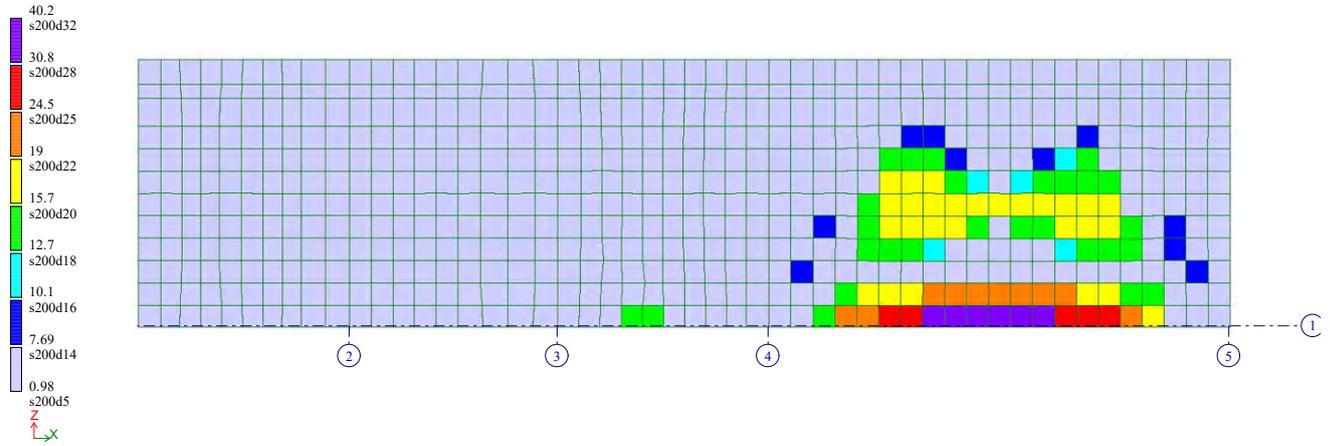


Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 4710

Инва.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв.№

**Рис. 30** Внутренняя стена по оси Д. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани

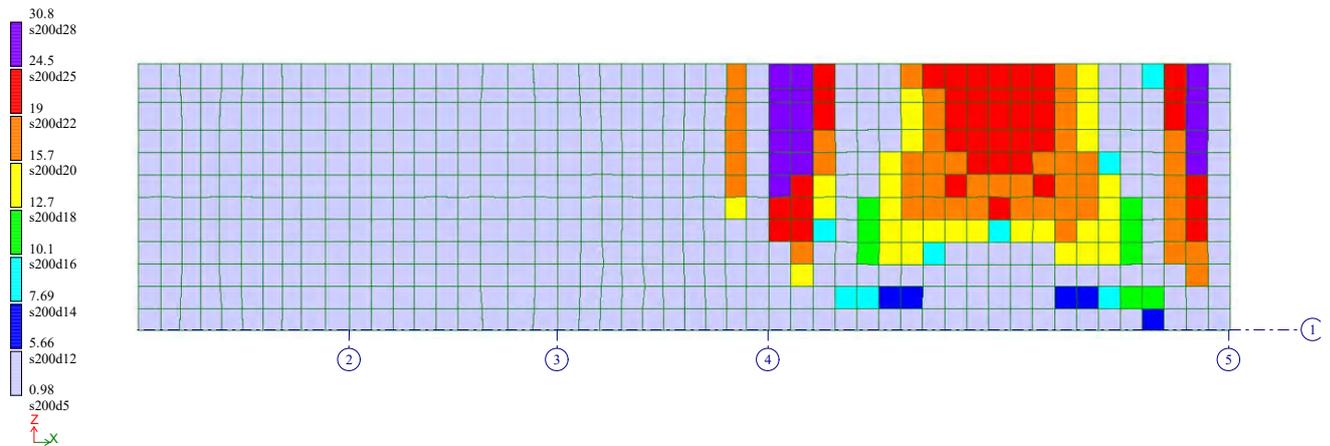
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 4820

**Рис. 31** Внутренняя стена по оси Д. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм

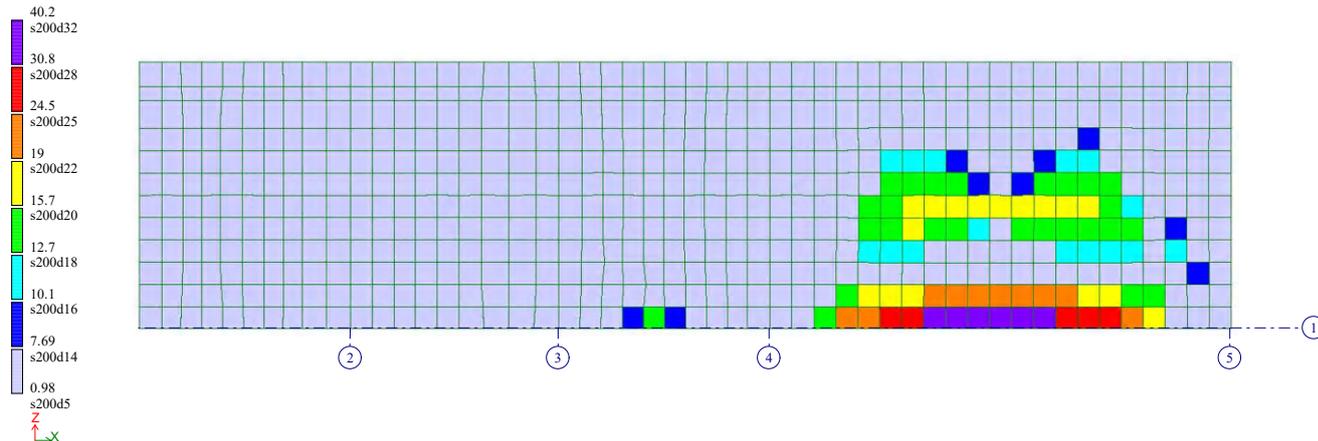


Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 4711

**Рис. 32** Внутренняя стена по оси Д. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№			
			Изм.	Кол.уч	Лист

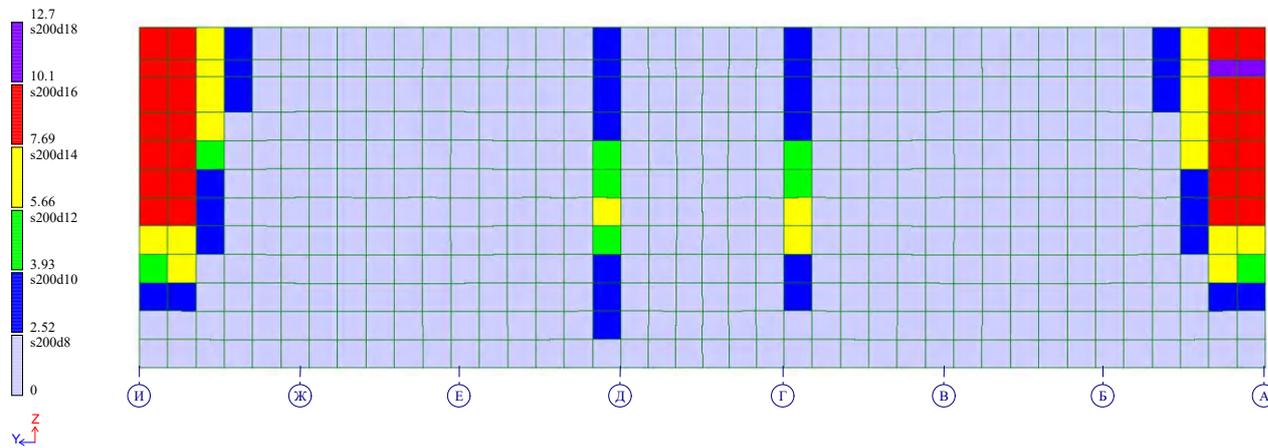
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 4820

**Рис. 33** Внутренняя стена по оси Д. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани

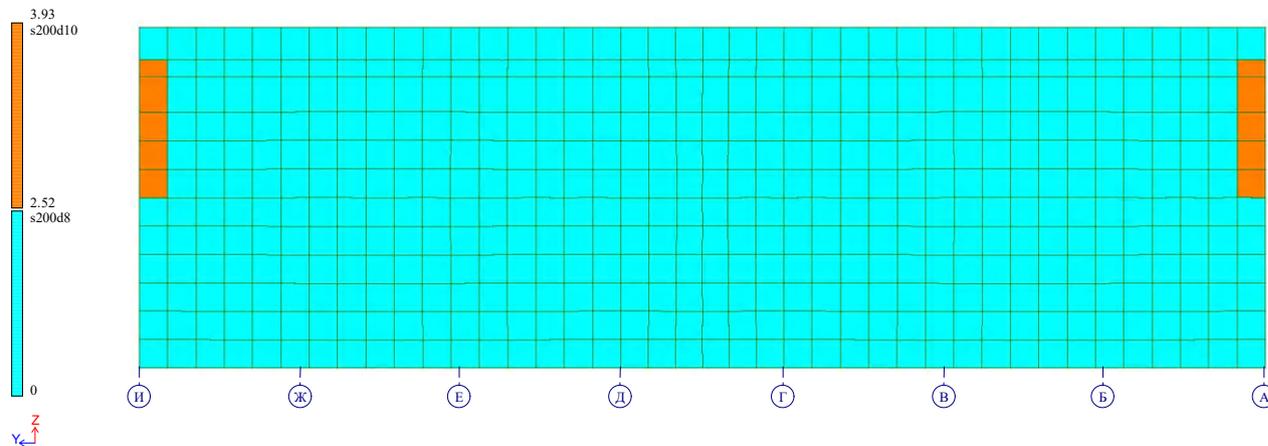
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 2303

**Рис. 34** Наружная стена по оси 1. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



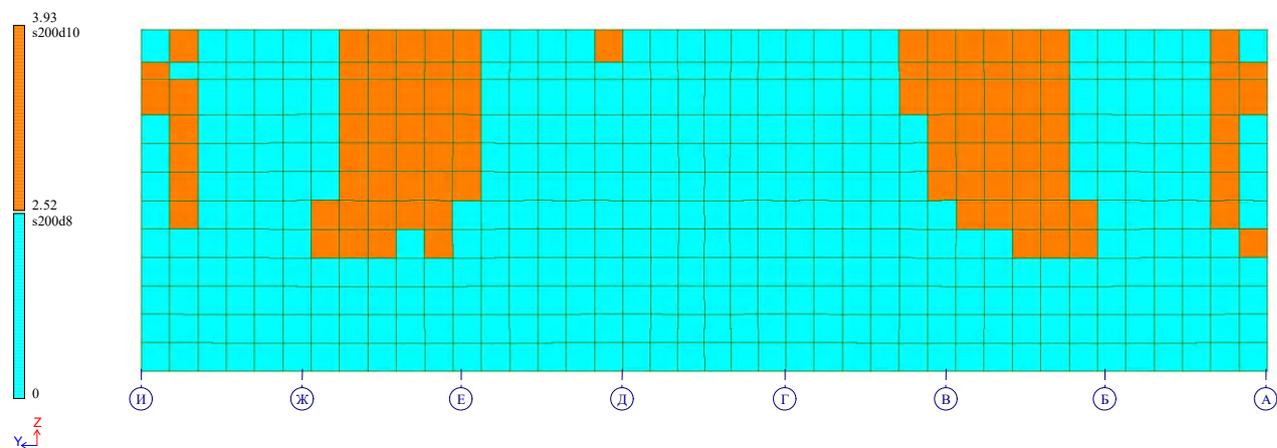
Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 2679

Индв.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№доку.	Подпись	Дата

**Рис. 35** Наружная стена по оси 1. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани

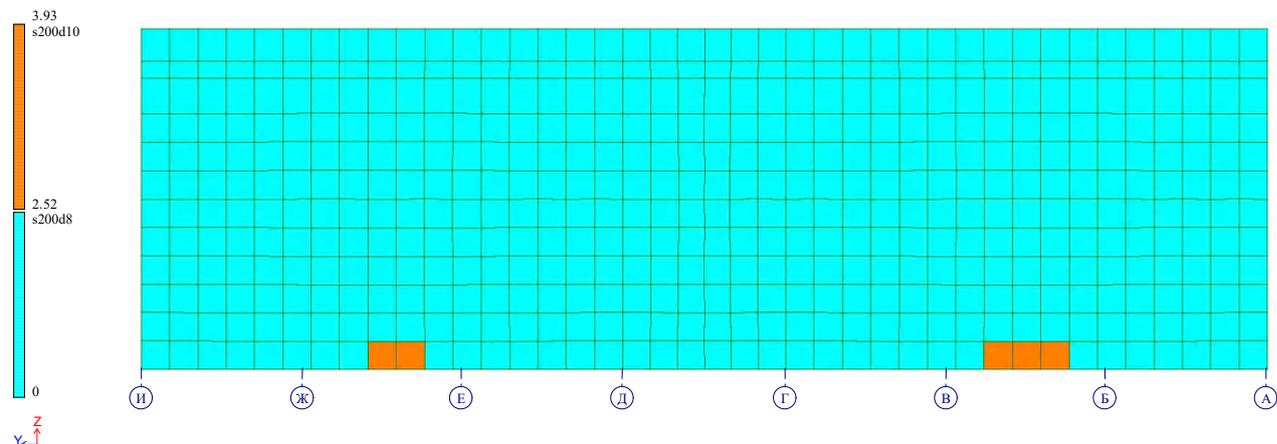
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 2666

**Рис. 36** Наружная стена по оси 1. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



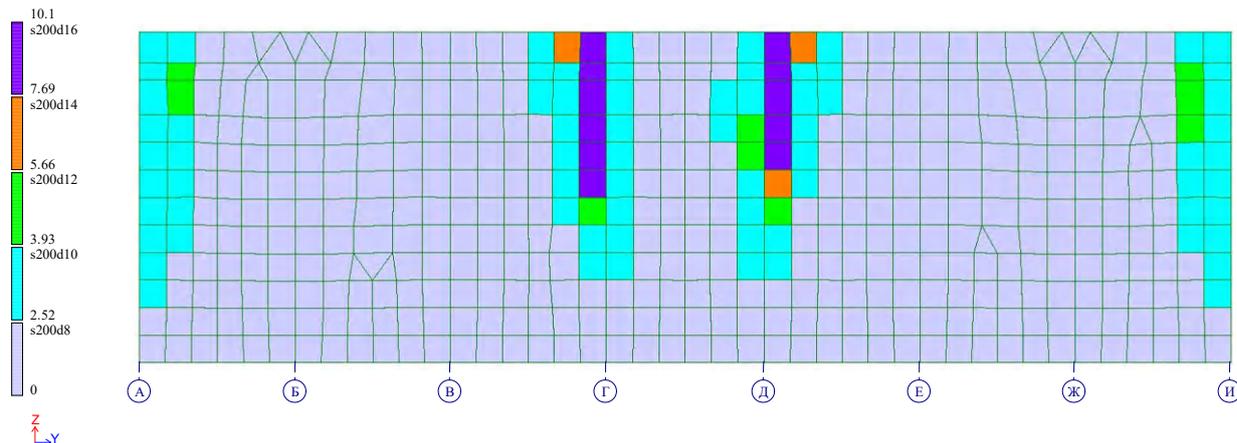
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 2278

**Рис. 37** Наружная стена по оси 1. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани

Индв.№ подл.	Взам. инв.№				
	Подп. и дата				
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись

T/266-ЕД-КР2-ТЧ

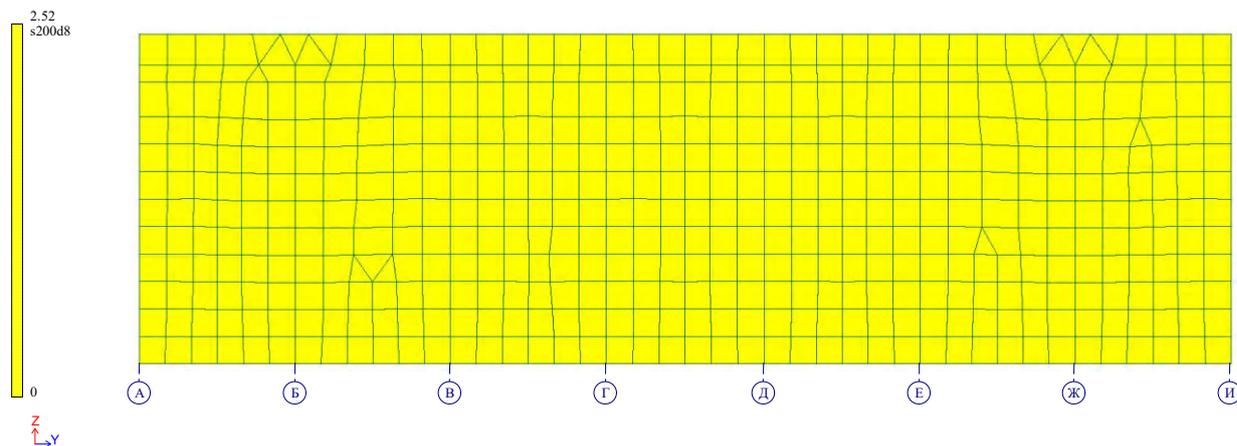
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСН: СП 1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 3562

**Рис. 38 Наружная стена по оси 5. Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у нижней грани**

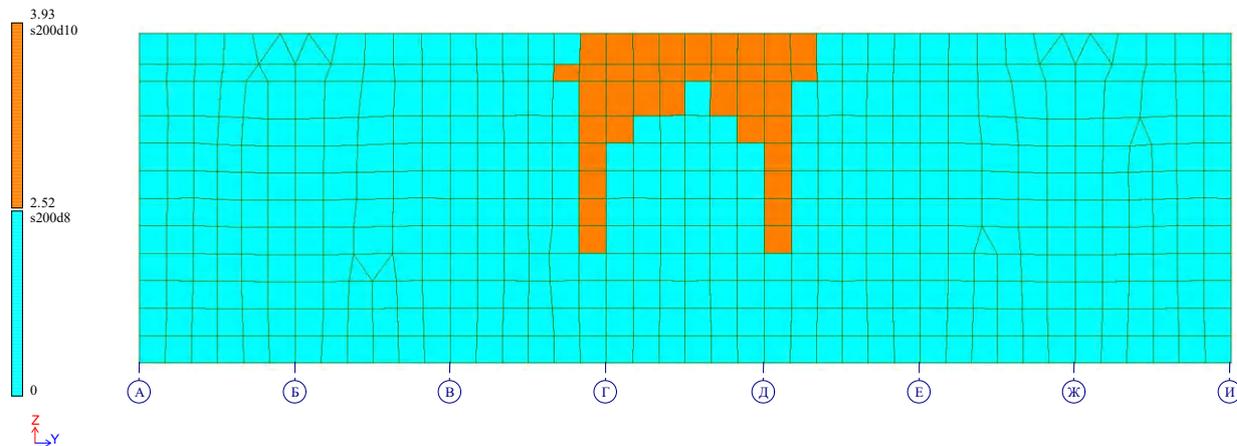
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСН: СП 1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1мм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 3555

**Рис. 39 Наружная стена по оси 5. Площадь полной арматуры на 1мм по оси Y у нижней грани**

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСН: СП 1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1мм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 3563

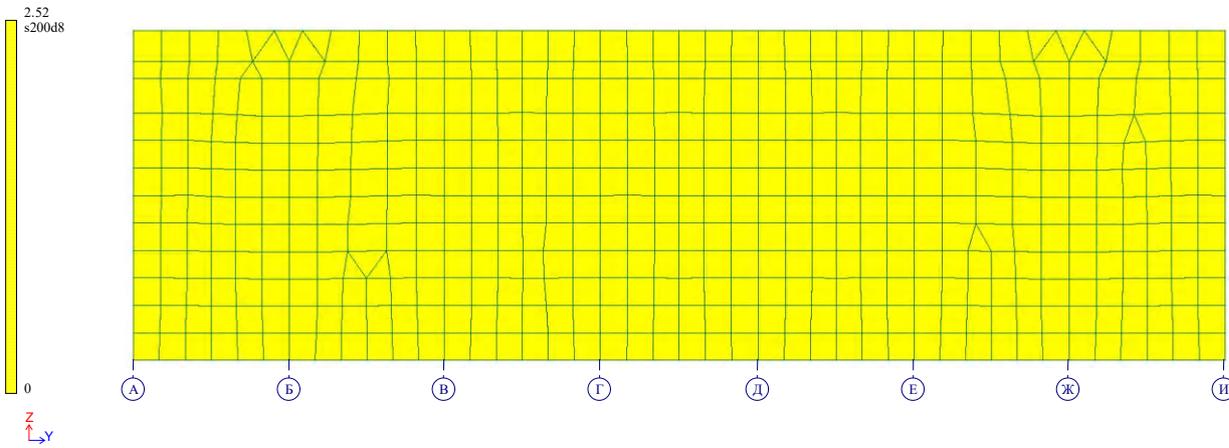
Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№доку.	Подпись	Дата

T/266-ЕД-КР2-ТЧ

**Рис. 40** Наружная стена по оси 5. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани

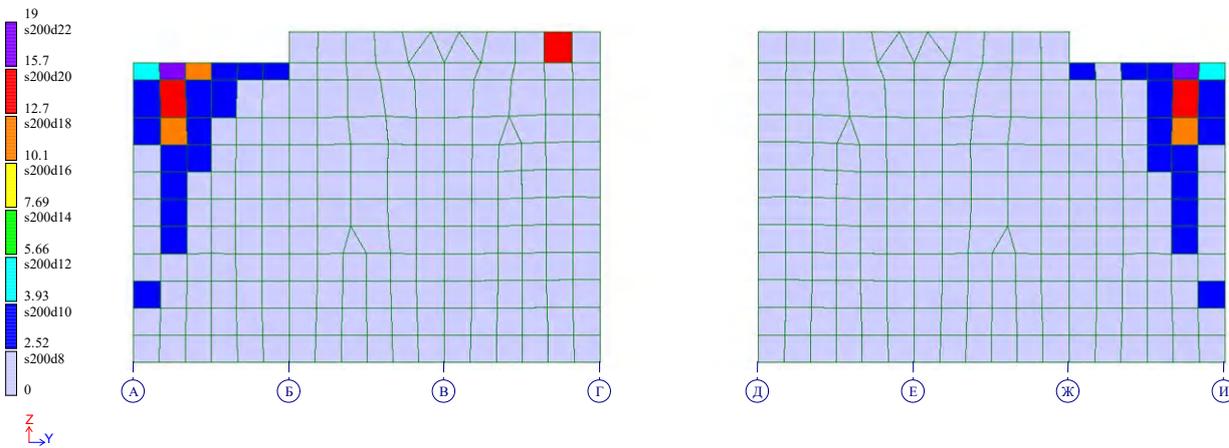
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 3272

**Рис. 41** Наружная стена по оси 5. Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



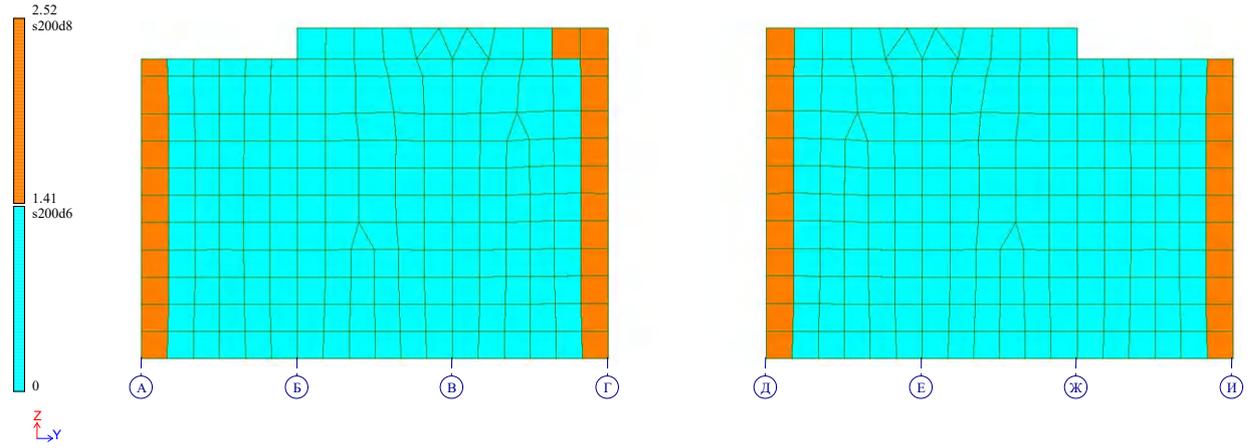
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 7406

**Рис. 42** Внутренняя стена по оси 4. Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани

Инов.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№				
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

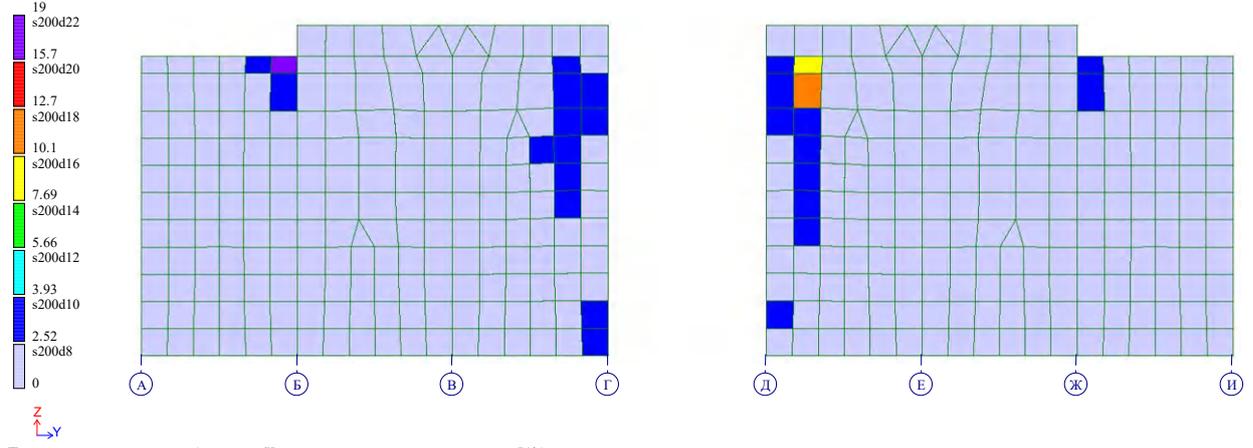
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 6128

**Рис. 43** Внутренняя стена по оси 4. Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани

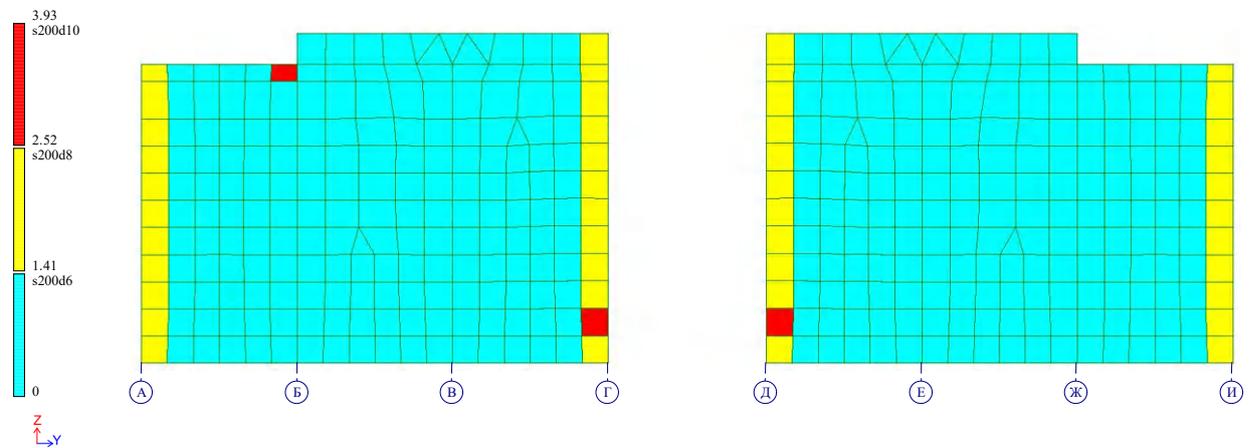
Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани; максимум в элементе 7401

**Рис. 44** Внутренняя стена по оси 4. Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани

Вариант конструирования: Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012  
 Расчет по РСУ:СП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 6130

**Рис. 45** Внутренняя стена по оси 4. Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№доку.	Подпись	Дата

верхней грани

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						Т/266-ЕД-КР2-ТЧ	Лист
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись		Дата

## 6 Выводы

1. Принятая в проекте конструктивная схема здания способна воспринять нагрузки, действующие на сооружение в процессе его возведения и эксплуатации.
2. Перемещения верха подпорной стены не превышают предельно допустимого значения:  
 $\Delta = 9.94 \text{ мм} < h/75 = 4700/75 = 62.7 \text{ мм}.$
3. Среднее значение осадки основания днища резервуара не превышает предельно допустимого значения:  
 $s_u = 2.64 \text{ мм} < 100 \text{ мм}.$
4. Подобранные сечения несущих элементов каркаса здания позволяют выполнить их армирование в соответствии с требованиями [3] и [4].

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№					Т/266-ЕД-КР2-ТЧ	Лист
							29	
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата			

## 7 Расчёт стальной части

### 7.1 Введение и описание расчетной модели.

Настоящая пояснительная записка составлена к проекту металлических конструкций.

Расчёт строительных конструкций выполнен в соответствии с

[2] СП 20.13330.2016 (Нагрузки и воздействия)

[9] СП 16.13330.2011 (Стальные конструкции)

Основные технические требования, предъявляемые к зданию:

Уровень ответственности – нормальный (ФЗ №384, ст.16)	$\gamma_n = 1$
Ветровой район по [2]	I
Нормативное значение ветрового давления по [2]	23 кг/м <sup>2</sup>
Тип местности по снеговой нагрузке [2]	III
Нормативное значение веса снегового покрова $S_g$ на 1м <sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли [2]	150 кг/м <sup>2</sup>
Средняя месячная температура января	-10.1 0С

Пространственная жесткость и геометрическая неизменяемость каркаса обеспечивается следующими мероприятиями:

Вдоль цифровых осей (в плоскости рамы) — заземлением пяты колонны в фундаменте.

Вдоль буквенных осей — наличием связей по колоннам и жестким заземлением колонн.

Стены здания выполнены из стеновых сэндвич панелей, кровля выполнена из кровельных трехслойных сэндвич-панелей компании ООО «Венталл», уложенных по прогонам.

В настоящей пояснительной записке представлен сбор нагрузок, расчеты основных несущих конструкций. Обозначения, принятые в настоящем отчёте, соответствуют СП 16.13330.2016. Расчеты несущих конструкций выполнены с использованием программного пакета, реализующего метод КЭ – Autodesk Robot Structure Analysis 2018.

Расчетная модель выполнена стержневыми конечными элементами. Был выполнен расчет плоской рамы цеха, а также и в объемной постановке для учёта скопления снега у парапета. Закрепления оснований колонн по всем степеням

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№
Изм.	Кол.уч	Лист
	№док.	Подпись
		Дата

свободы, ригель прикреплён к колонне шарнирно, на ригель сверху опираются прогоны по разрезной схеме.

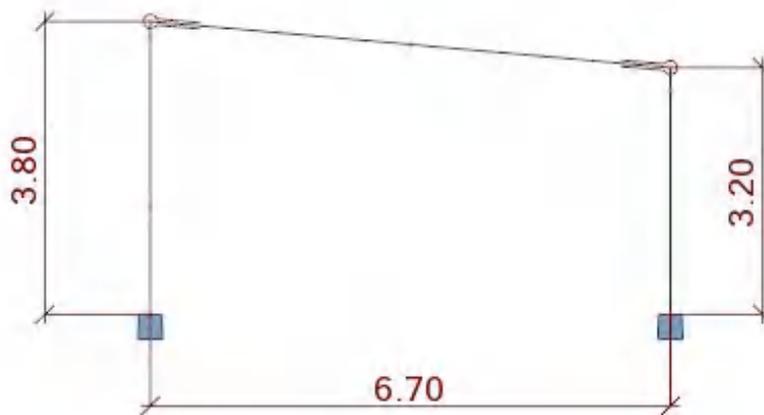
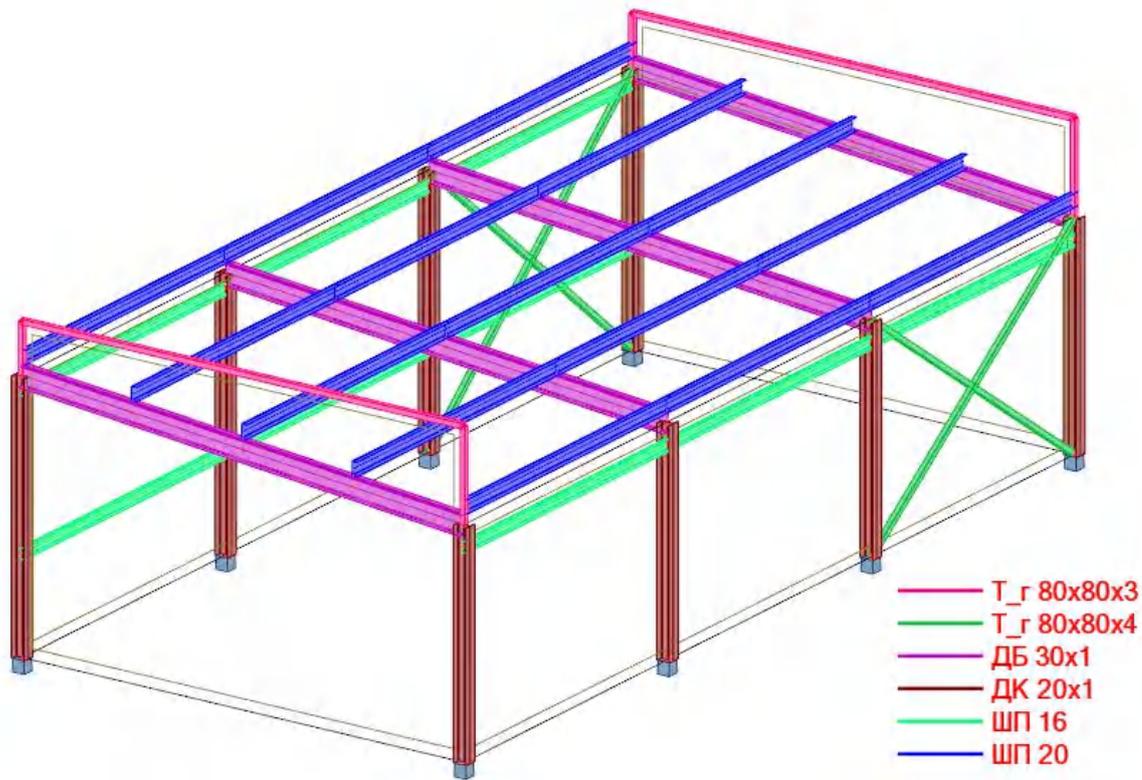


Рис. 46      Общий вид конструкции. Все сечения соответствуют приведённым в СТО АСЧМ 20-93

### 8    Нагрузки и воздействия

Статический расчет пространственной схемы выполнен на действие постоянных (собственный вес конструкций), временных нагрузок (вес снегового покрова, ветровое давление).

#### 8.1    Постоянные нагрузки

Определение нагрузки от стеновых и кровельных панелей

Инов.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

Нагрузка от стеновых панелей прикладывается вертикально на мнимые элементы, имитирующие стены. Вес стеновой сэндвич панели составляет 0,21 кПа/м2.

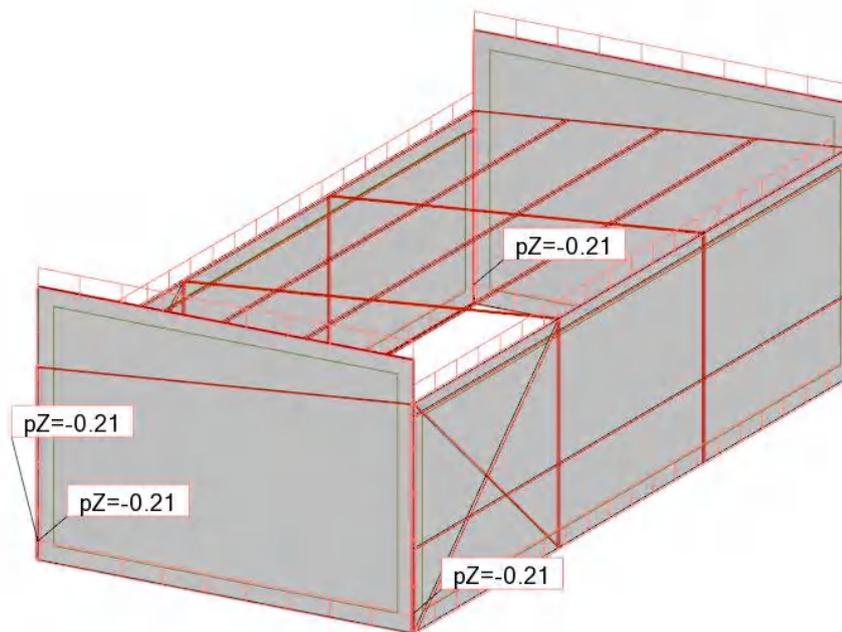
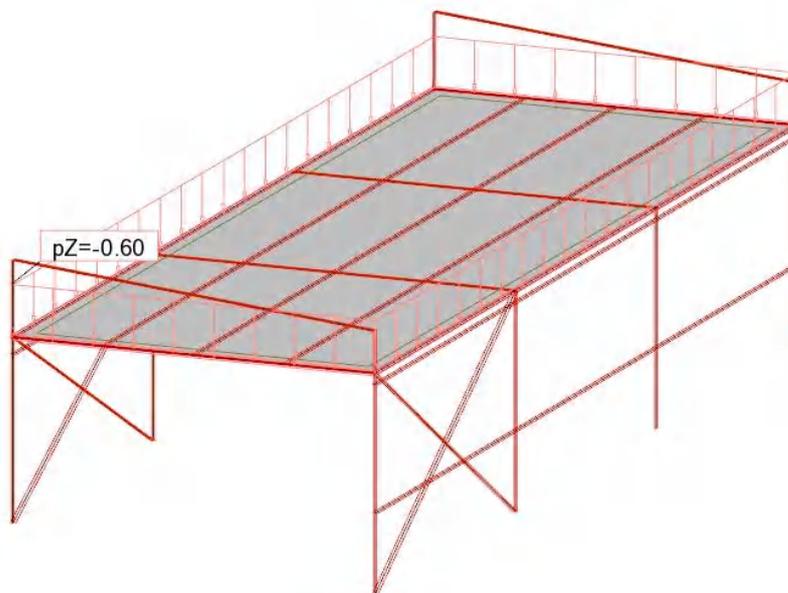


Рис. 47 Нормативная нагрузка от стеновых сэндвич-панелей. Красными линиями обрاملены мнимые плоскости, на которые приходится нагрузка.

Вес кровельных сэндвич-панелей составляет 0,3 кПа/м2 , также на мнимую верхнюю плоскость добавлена технологическая нагрузка от светильников и трубопроводов в размере 0,3 кПа/м2 .



Инва.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№			
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

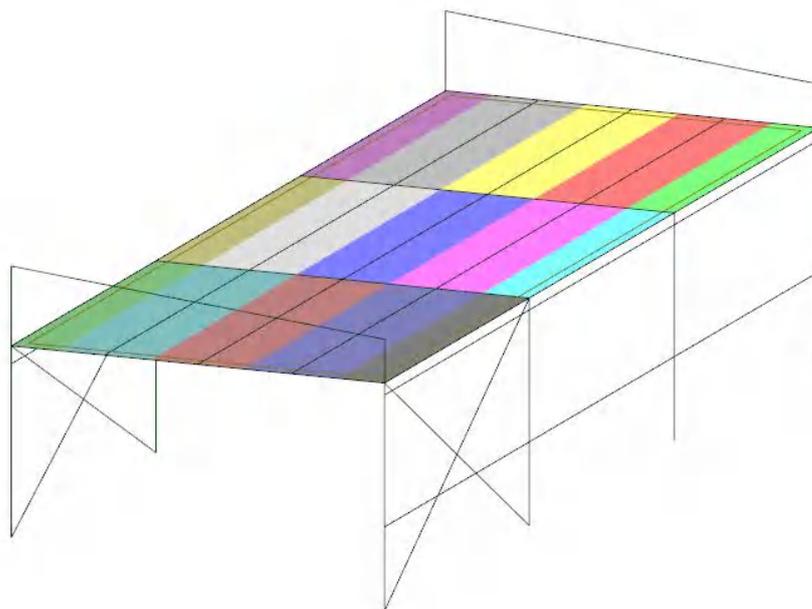


Рис. 48 Нормативная нагрузка от пирога кровли и технологическая (также показаны грузовые площади, нагрузка передается на прогоны, а с них на ригель рамы)

### 8.2 Временные нагрузки

#### Определение снеговой нагрузки

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия согласно [2] определяется:

$$S_0 = S_g \mu c_e c_t = 1.5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.5 \text{ кПа}$$

$\mu = 1$ , так как угол наклона кровли менее  $30^\circ$ . Нагрузка прикладывается на мнимые элементы и передается только на прогоны. Коэффициент безопасности по снеговой нагрузке составляет 1.4.

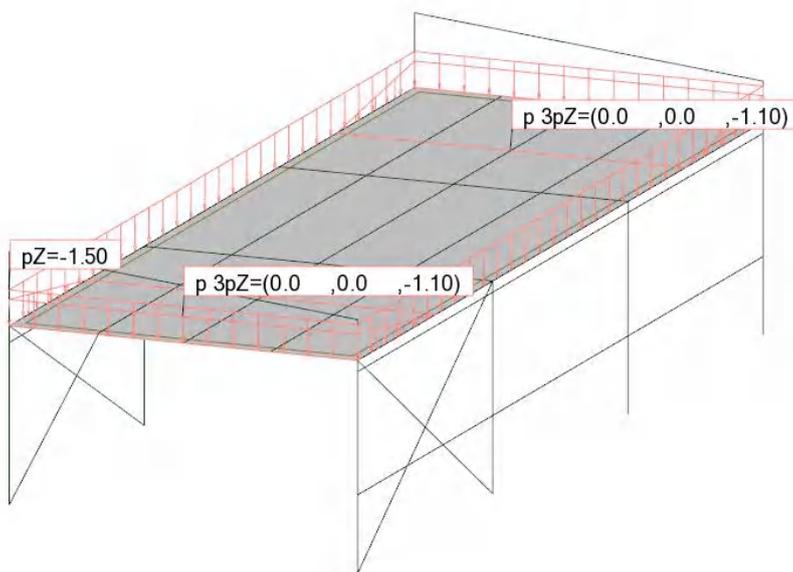
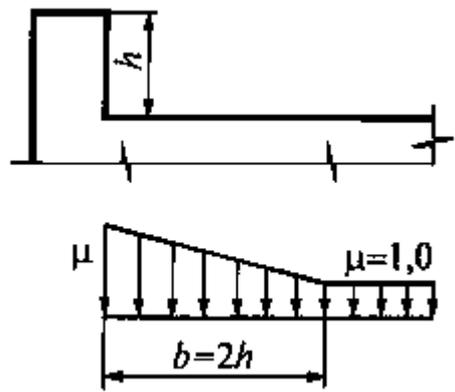


Рис. 49 Нормативная снеговая нагрузка на кровлю  
Нагрузка на здание прикладывается с учетом скопления снега у парапета

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата



$h = 1.3 \text{ м}, b = 2.6 \text{ м}$

$\mu = 2h/s_0 = 2.6/1.5 = 1.73$

Итоговая максимальная нормативная нагрузка составляет  $S_0 = 2.6 \text{ кПа}$ .

### Определение ветровой нагрузки

Нормативное значение ветрового давления  $W_0 = 0.23 \text{ кПа}$ . Ветровая нагрузка прикладывается к мнимым элементам как равномерно-распределенное давление. Тип местности – В.

Согласно п 11.1.2 СП «Нагрузки и воздействия» нормативное значение ветровой нагрузки определяется по формуле:  $w = w_m + w_p$ .

$w_m = w_0 * k * c$  – средняя составляющая ветровой нагрузки

$w_p = w_m * v * \zeta$  – пульсационная составляющая ветровой нагрузки

$k$  и  $\zeta$  – коэффициенты учитывающие изменение ветрового давления по высоте

$c$  – аэродинамический коэффициент

$v$  – коэффициент пространственной корреляции.

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки с наветренной стороны на высоте 5 метров:

$$w_{m5} = 0.23 * 0.5 * 0.8 = 0.092 \text{ кПа}$$

Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки с наветренной стороны на высоте 5 метров составит:

$$w_{p5} = 0.092 * 1.22 * 0.87 = 0.098 \text{ кПа}$$

Итого нормативная нагрузка составит:

$$w_5 = 0.092 + 0.098 = 0.19 \text{ кПа}$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки с подветренной стороны на высоте 5 метров:

$$w_{m5} = 0.23 * 0.5 * 0.5 = 0.0575 \text{ кПа}$$

Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки с подветренной стороны на высоте 5 м составит:

$$w_{p5} = 0.0575 * 1.22 * 0.87 = 0.061 \text{ кПа}$$

Итого нормативная нагрузка составит:

$$w_5 = 0.0575 + 0.061 = 0.119 \text{ кПа}$$

Коэффициент надёжности по нагрузке – 1.4

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

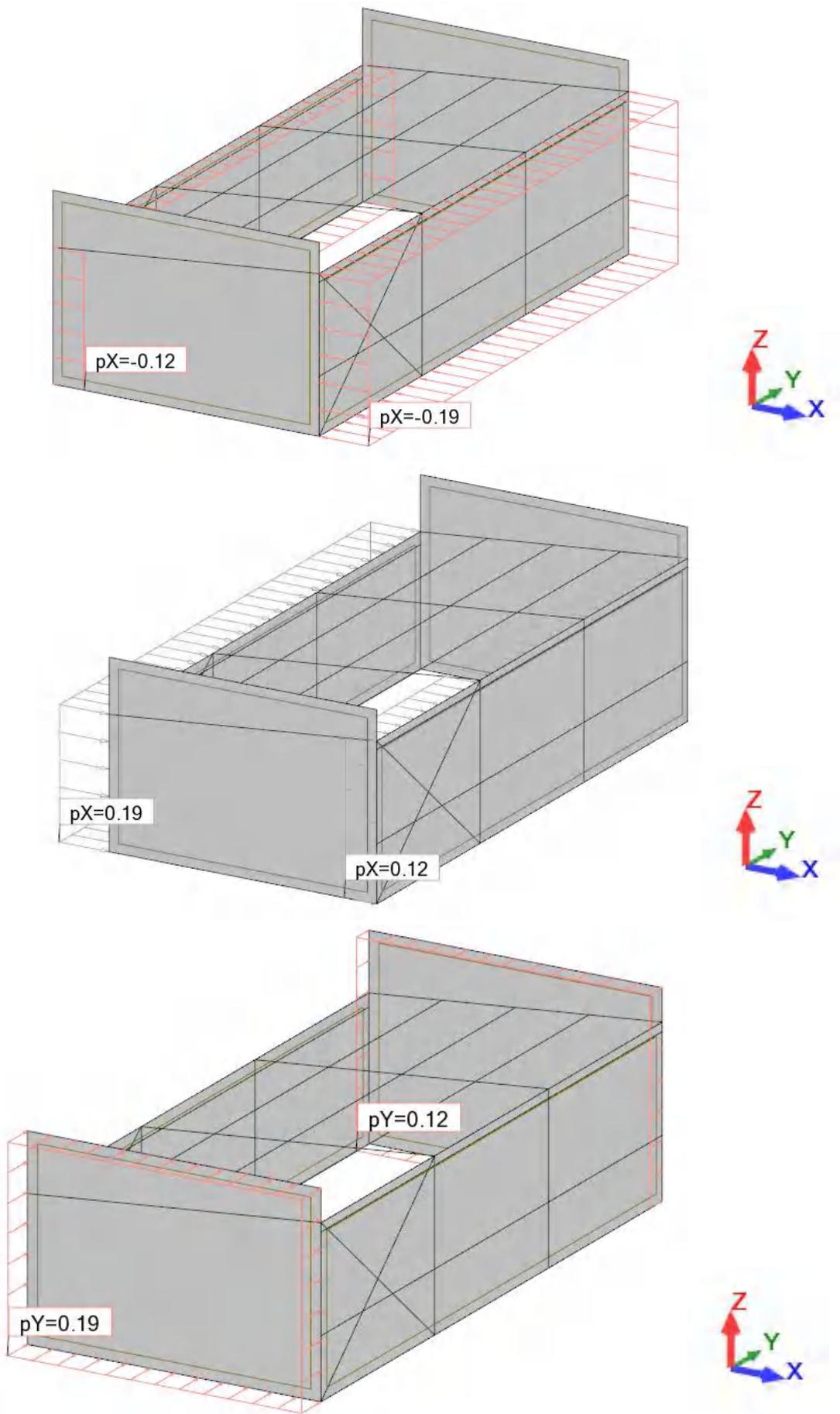


Рис. 50 Нормативная ветровая нагрузка в разных направлениях

Инва.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

## 9 Расчетные сочетания усилий

Учет силового влияния различных видов нагрузений производится на основании расчетных сочетаний усилий.

№ Загр.	Имя загрузки	Вид	Взаимоиск.	Коэф. Надежн.
1	Собственный вес	Пост.		1.05
	Вес стеновых и кровельных панелей	Пост.		1.2
	Технологическая	Пост.		1.2
2	Ветер против X	Кратковр.	1	1.4
3	Ветер вдоль X	Кратковр.	1	1.4
4	Ветер вдоль Y	Кратковр.	1	1.4
5	Снег	Кратковр.		1.4

Основные сочетания нагрузок, на которые рассчитывались элементы здания  
**по ПС1 (значения нагрузений расчётные)**

1.  $S_{COMB1} = [2] + [2] + [5]$
2.  $S_{COMB2} = [2] + [3] + [5]$
3.  $S_{COMB3} = [2] + [4] + [5]$

**по ПС2 (значения нагрузений нормативные)**

1.  $S_{COMB4} = [2] + [2] + [5]$
2.  $S_{COMB5} = [2] + [3] + [5]$
3.  $S_{COMB6} = [2] + [4] + [5]$

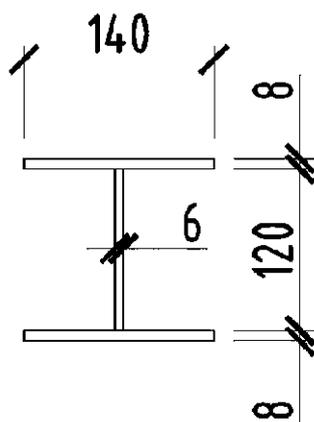
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Т/266-ЕД-КР2-ТЧ	Лист
							36	
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата			

## 10 Проверка несущей способности элементов

Таблица 2. Основные элементы каркаса

№	Элемент	Сечение	Марка стали	Гибкость	Коэффициент использования	Наихудшая комбинация	Прогиб
1	Ригель	Двутавр 30Б1	С245		0,77	СОМВ1	21 мм (1/320 пролёта)
2	Колонны	Двутавр 20К1	С245	76/45	0,11	СОМВ1	
3	Прогон	Швеллер 20П	С245		0,90	СОМВ1	27 мм (1/167 пролёта)
4	Стеновой прогон	Швеллер 16П	С245		0,52	СОМВ1	

Альтернативное сечение колонны сварной двутавр сечением



5	Колонны	Сварной двутавр	С245	108/65	0,32	СОМВ1	

Так как сортамент прокатных колонных двутавров начинается с 20К1 и для данного сечения процент использования составляет всего 11 %, то был рассмотрен вариант более экономичного по сечению, но сварного двутавра, процент использования которого составляет 32 %. Дальнейшее уменьшение сечения не рекомендуется, так как гибкость уменьшенного сечения составляет 108 при предельной в  $[180-60 \text{ альфа}] = 150$ .

Ивв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

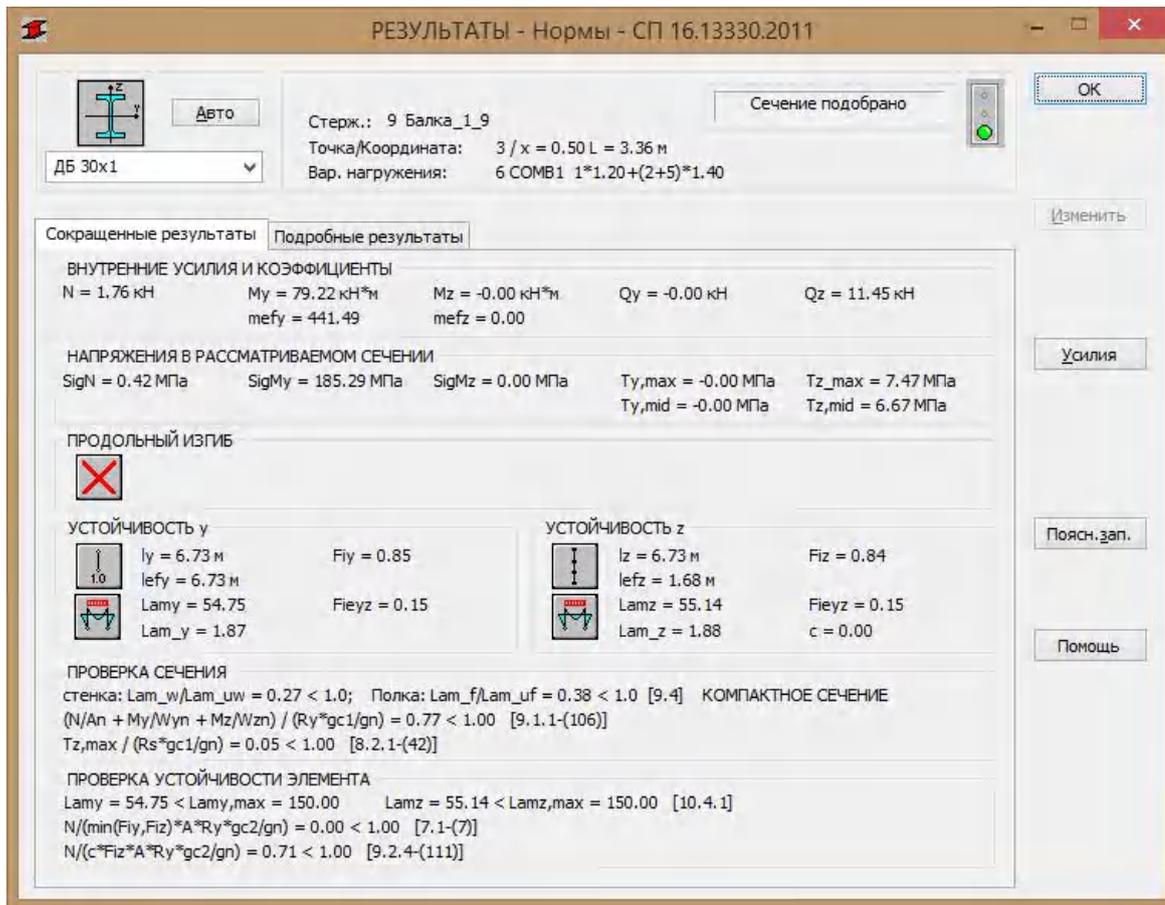


Рис. 51 Проверка несущей способности балок



Рис. 52 Проверка несущей способности основных колонн

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

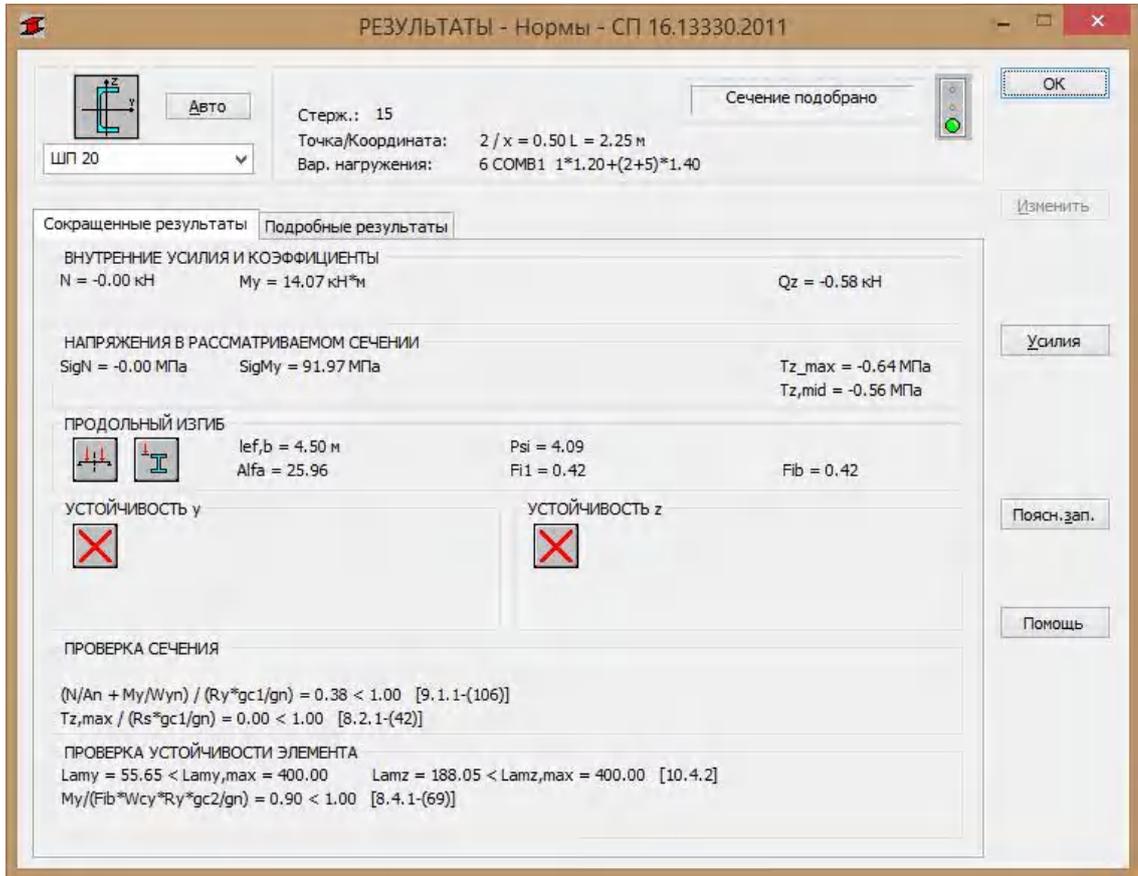


Рис. 53 Проверка несущей способности прогонов

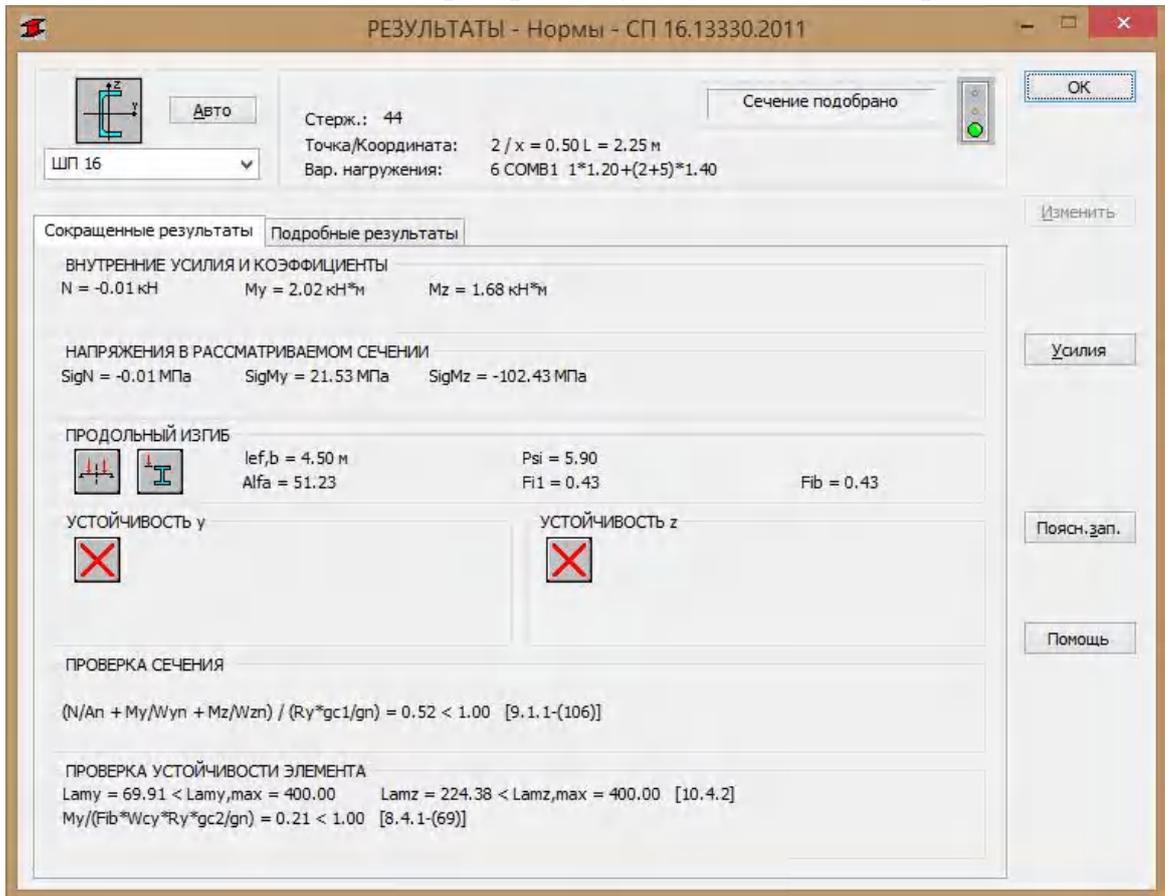


Рис. 54 Проверка несущей способности стеновых прогонов

Инва.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

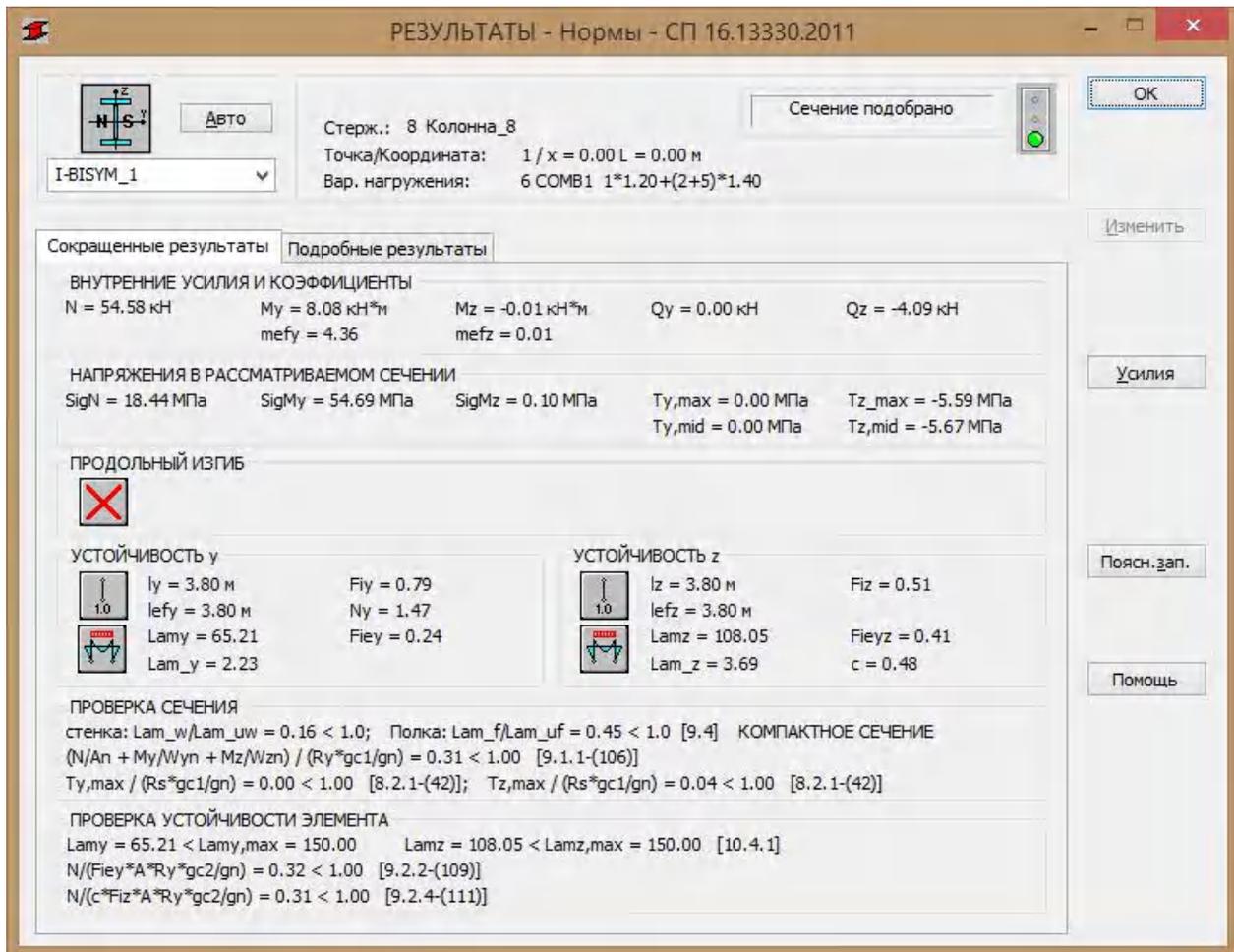


Рис. 55 Проверка несущей способности основных колонн (сварное сечение)

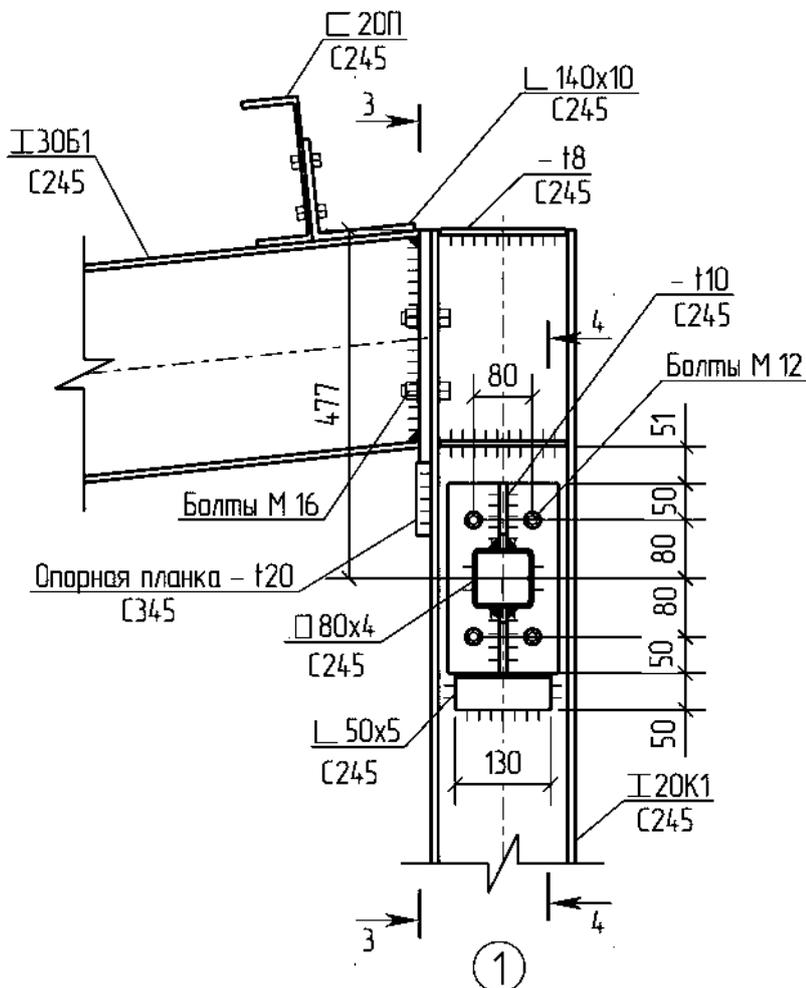
Инов.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

## 11 Расчёт основных узлов

### 11.1 Расчёт прикрепления ригеля к колонне

Крепление ригеля к колонне шарнирное сбоку, реализовано через опорное ребро и опорный столик. Болты подобраны конструктивно, диаметром М16, опущены вниз на 0,4 h балки.



Ширина опорного ребра принята равной ширине ригеля  $b_k = 150$  мм, толщина определена из условия смятия

$$t_k = \frac{V}{b_k \cdot R_p} = \frac{40 \text{ кН}}{0,15 \text{ м} \cdot 361 \text{ МПа}} = 0,07 \text{ см}$$

Принимаем толщину опорного ребра  $t_k = 16$  мм.

Определим суммарную расчётную длину сварных швов, прикрепляющих опорный столик, катет 8 мм.

$$l_w = 1,3 \cdot \frac{V}{\beta_f} \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} = 5 \text{ см}$$

Принимаем высоту опорного столика 70 мм, толщина столика 20 мм.

Проверим устойчивость опорной части балки. В расчётную площадь включается опорное ребро и часть стенки  $0,65 t_w \sqrt{E/R_y}$

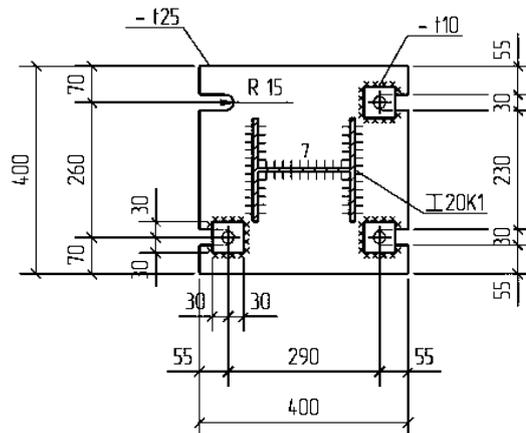
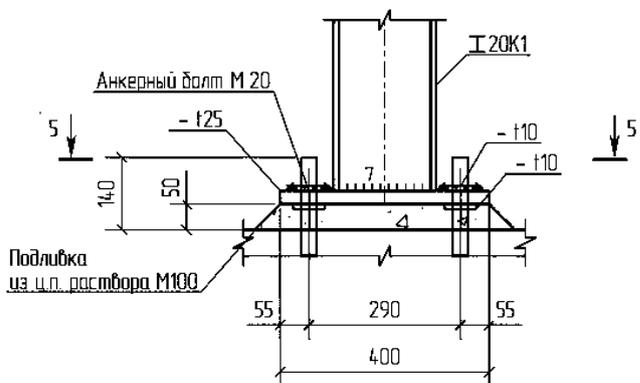
$$A = 24 \text{ см}^2, J = 450 \text{ см}^4, i = 4,3 \text{ см}, \lambda = 300/43 = 7, \bar{\lambda} = 0,23$$

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

$$\frac{b}{t} = 9.4 \leq (0.36 + 0.1 \bar{\lambda}) \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 11.1$$

Устойчивость обеспечена.

### 11.2 Расчёт базы колонны



②

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1$

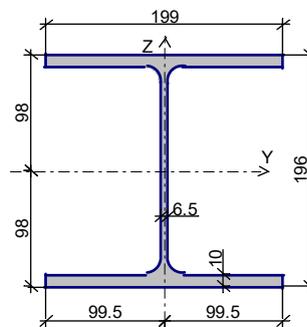
Коэффициент условий работы 1

Сталь С245. Бетон тяжелый класса В15.

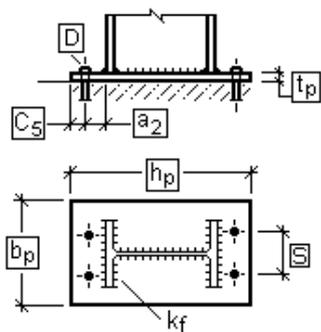
Сварные соединения выполнять с помощью ручной сварки электродом марки Э-42

Профиль

20К1 (Двутавр колонный (К)  
по СТО АСЧМ 20-93)



Конструкция



Болты анкерные  $\phi 20$  из Ст3пс4 - 4 шт

$h_p = 400$  мм

$b_p = 400$  мм

$t_p = 25$  мм

$S = 260$  мм

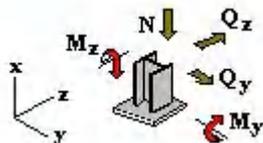
$C_5 = 55$  мм

$a_2 = 47$  мм

$k_f = 6$  мм

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## Усилия



	N	My	Qz	Mz	Qy
	T	T*м	T	T*м	T
1	5.5	0	0.3	0.62	0.3

Результаты расчета по комбинациям загрузений

$$N = 5.5 \text{ T}$$

$$M_y = 0 \text{ T*м}$$

$$Q_z = 0.3 \text{ T}$$

$$M_z = 0.62 \text{ T*м}$$

$$Q_y = 0.3 \text{ T}$$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.6.2, (101)	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на свободных трапециевидных участках плиты	0.33
	Прочность бетона фундамента на местное смятие под плитой	0.089
п.14.1.16, (176), (177)	Прочность крепления колонны к опорной плите	0.208
п.14.2.9, (186)-(188), п.14.2.10, (189)	Прочность фундаментных болтов	0.01

Коэффициент использования 0.33 - Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на свободных трапециевидных участках плиты

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата	Т/266-ЕД-КР2-ТЧ			43

### Ссылочные нормативные документы

1. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения»;
2. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*»;
3. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003»;
4. СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85»;
5. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*»;
6. СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 (с Изменением N 1)»;
7. Пособие по проектированию судоводных шлюзов к СНиП 2.06.07-87;
8. Пособие к СНиП 2.09.03-85 «Проектирование подпорных стен и стен подвалов».
9. СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*»

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						Лист
							Т/266-ЕД-КР2-ТЧ	44
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата			

Приложение А. Сертификат соответствия ПК «ЛИРА-САПР 2017»

**СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



## СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ RA.RU.AB86.H01102

Срок действия с 05.07.2018 по 04.07.2020

№ 0116999

**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 ЛИРА-САПР**  
для расчета и проектирования конструкций различного назначения

*обеспечение программное прикладное прочее на электронном носителе, серийный выпуск*

**СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ**  
ГОСТ 28195-89, разд. 2, п.2.1 (пп.1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 6.1, 6.2);  
ГОСТ 28806-90, разд. 2, пп.13 – 16; ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93, разд. 4, пп.4.1 – 4.4; ГОСТ Р ИСО 9127-94, разд.6, пп.6.1.1, 6.3.1, 6.3.3, 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

**ИЗГОТОВИТЕЛЬ ООО "Лира сервис" ИНН 7728548282, Россия, 117574, Москва, проезд Одоевского, д.3, корп.7, тел. (495) 730-0133; ООО "ЛИРА САПР", Украина, 04053, г.Киев, пер.Кияновский, д.7а, оф.210, тел./факс +38 (044) 590-5886, 590-5885**

**СЕРТИФИКАТ ВЫДАН**  
ООО "Лира сервис", 117574, Москва, проезд Одоевского, д.3, корп.7, тел. (495) 730-0133

**НА ОСНОВАНИИ**  
Заключения ООО ЦСПС № 01-44-18 от 05 июля 2018 г. на 18-и страницах.

код ОК  
58.29.29.000

код ТН ВЭД

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**



**Руководитель органа** \_\_\_\_\_  
**Эксперт** \_\_\_\_\_

**Схема сертификации 3**

**С.Д.Ратнер** \_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

**Т.Н.Бубнова** \_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

T/266-ЕД-КР2-ТЧ

## Приложение Б. Расчет осадки основания сооружения методом послойного суммирования с использование расчетной схемы в виде линейно деформируемого полупространства

С1 Вычисление коэффициентов C1 и C2



Конструктивное решение
  Геология
  Результат

Имя записи модели грунта:

Вертикальная нагрузка (P)  т

Эксцентриситет (e)  м

Глубина заложения (h0)  м

Форма фундамента

Прямоугольный  Круглый

Меньшая сторона фундамента (b)  м

Соотношение сторон фундамента

Расстояние до стенок котлована (b1+b2)  м

Удельный вес грунта выше подошвы фундамента (g0)  т/м<sup>3</sup>

Соотношение напряжений для ограничения глубины сжимаемой толщи

Схема расчета

Схема линейно-упругого полупространства

СНиП 2.02.01-83  
 СП 50-101-2004  
 ДБН В.2.1-10:2009  
 СП 22.13330.2011

Схема линейно-деформированного слоя

СНиП 2.02.01-83  
 СП 22.13330.2011

Быстрое определение осадки (ДБН В.2.1-10:2009, дополнение Д)  
 Расчет по формуле О.А.Савинова для динамических воздействий

Рис. 1 Конструктивное решение фундамента

Ивв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

Вычисление коэффициентов C1 и C2

Конструктивное решение
Геология
Результат

Количество слоев грунта (n)

Характеристики слоя

Номер текущего слоя (i)

Цветовое отображение слоя

Модуль деформации слоя (E<sub>i</sub>)  т/м<sup>2</sup>

E<sub>e,i</sub> = k<sub>i</sub> \* E<sub>i</sub>. Коэффициент (k<sub>i</sub>)

Коэффициент Пуассона (m<sub>i</sub>)

Толщина слоя (h<sub>i</sub>)  м

Удельный вес грунта (g<sub>i</sub>)  т/м<sup>3</sup>

Признак грунта

песчаный

пылевато-глинистый

Слой является

водонасыщенным

водоупорным

Коэффициент жесткости для формулы О.А.Савинова (C<sub>oi</sub>)  т/м<sup>3</sup>

Рис. 2 Геологические условия

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.
Подпись	Дата		

C1 C2 Вычисление коэффициентов C1 и C2



Конструктивное решение Геология Результат

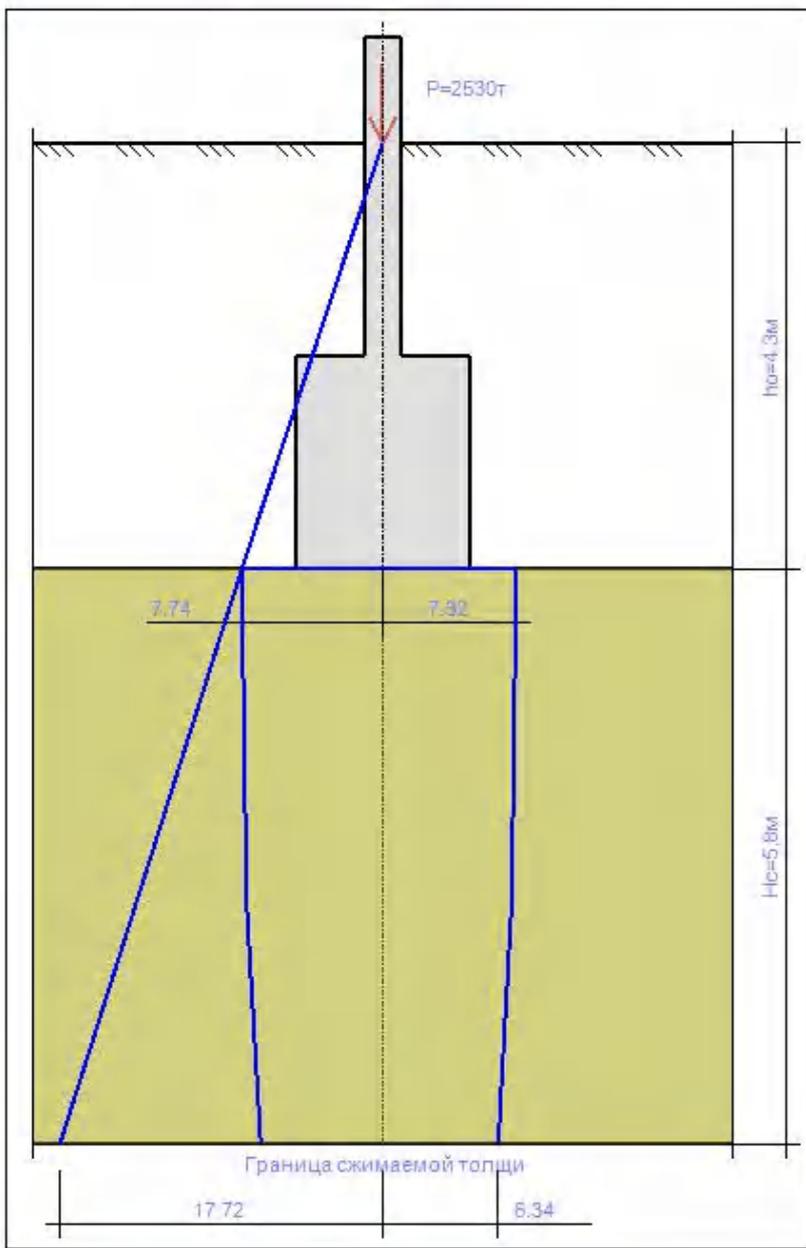


Схема распределения вертикальных напряжений

S = 0.00185437 м  
 Hc = 5.8 м  
 Egp = 3500 т/м²  
 mgr = 0.3  
 Egp3 = 9083.24 т/м²  
 i = -  
 Lam = 0.357648

Результаты по методу 1

C1 = 735.913 т/м³  
 C2 = 2602.56 т/м

Результаты по методу 2

C1 = 3949.34 т/м³  
 C2 = 13966.9 т/м

Результаты по методу 3

C1 = 1909.85 т/м³  
 C2 = 6754.2 т/м

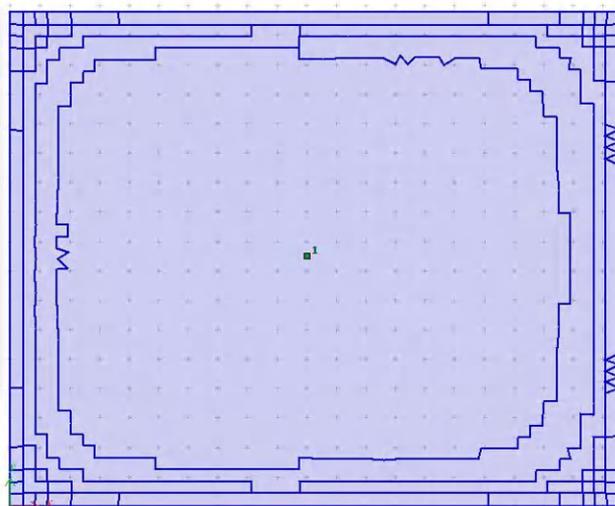
Рис. 3 Результаты расчета

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

## Приложение В. Расчет осадки основания сооружения в программе ЛИРА-Грунт

№	1
X	10
Y	8.5
Z	141.4
ИГЭ + t	1 + 0.5
ИГЭ + t	2 + 19.5
...	



№ ИГЭ	Усл. обозн.	Наименование грунта	Цвет	Модуль деформации, т/м2	Коэффициент Пуассона	Удельный вес грунта, т/м3	Коэффициент перехода ко 2 модулю деформации	Природная влажность, доли	Показатель текучести IL	Вода Лёсс	Коэффициент пористости e	Удельное сцепление Rc, т/м2	Угол внутреннего трения Fi, °	Предельное напряжение растяжения Rs, т/м2
1		Насыпной		500	0.3	1.8	5	0.3	0		0.8	0.01	27	0
2		Песок		3500	0.3	1.72	5	0.25	0		0.6	0.01	36	0

Рис. 1 Скважина расположения скважин и их параметров (абс. отметка устья, типы ИГЭ и их толщины), характеристики грунтов

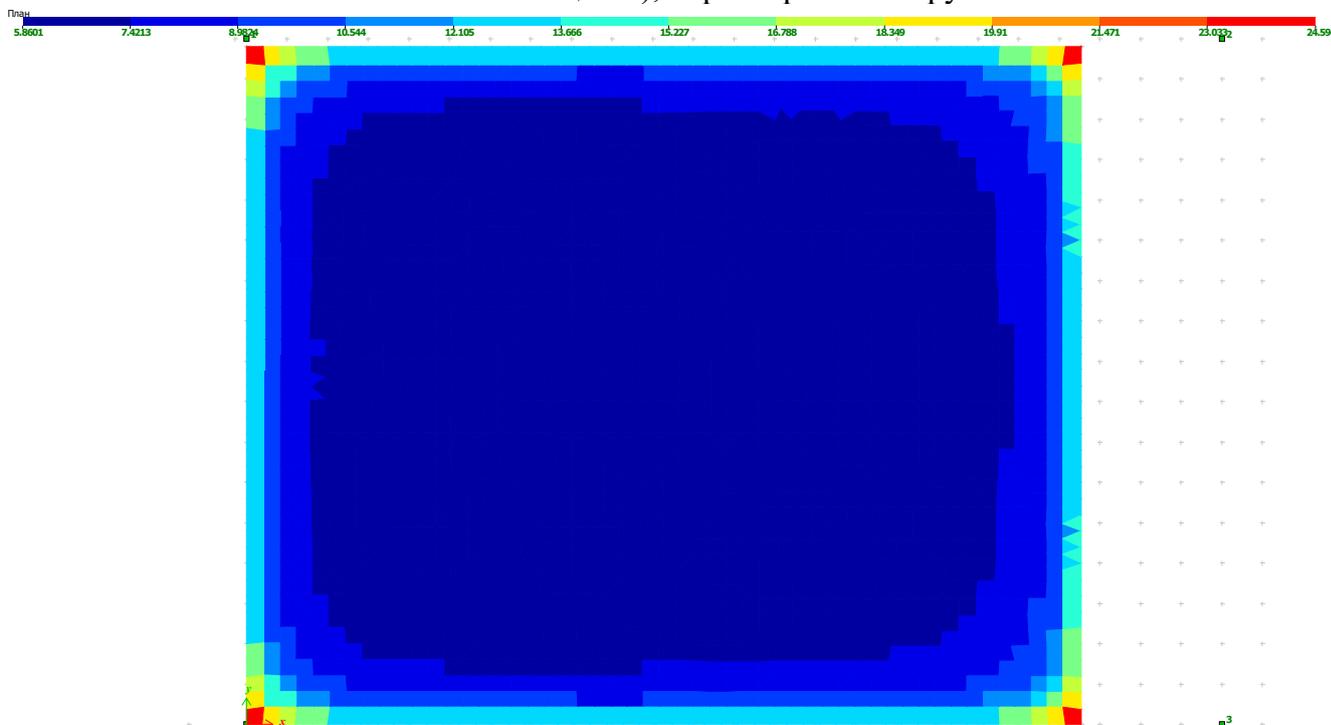


Рис. 2 Схема распределения напряжений под подошвой фундамента

Инва.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

Т/266-ЕД-КР2-ТЧ

Изополю С1. Метод расчета 2.

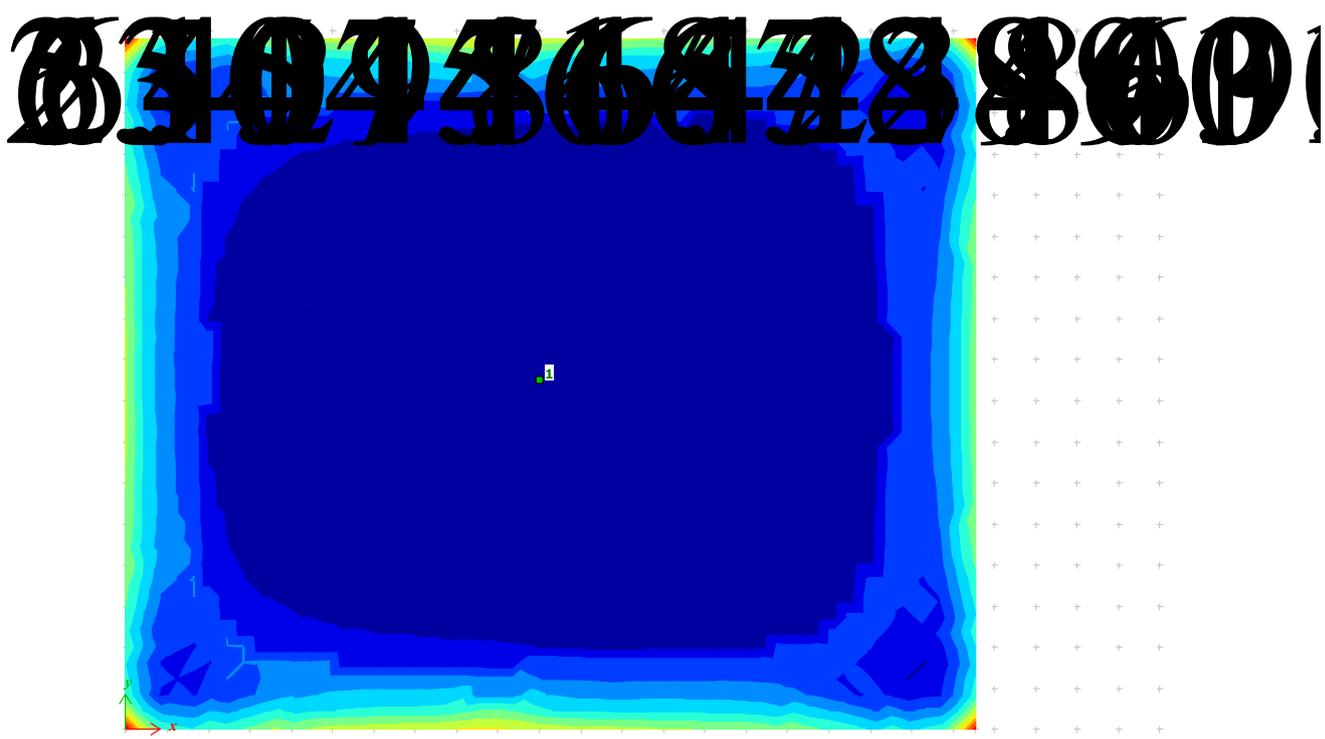


Рис. 3 Схема распределения коэффициента постели С1

Изополю осадки. Метод расчета 2.

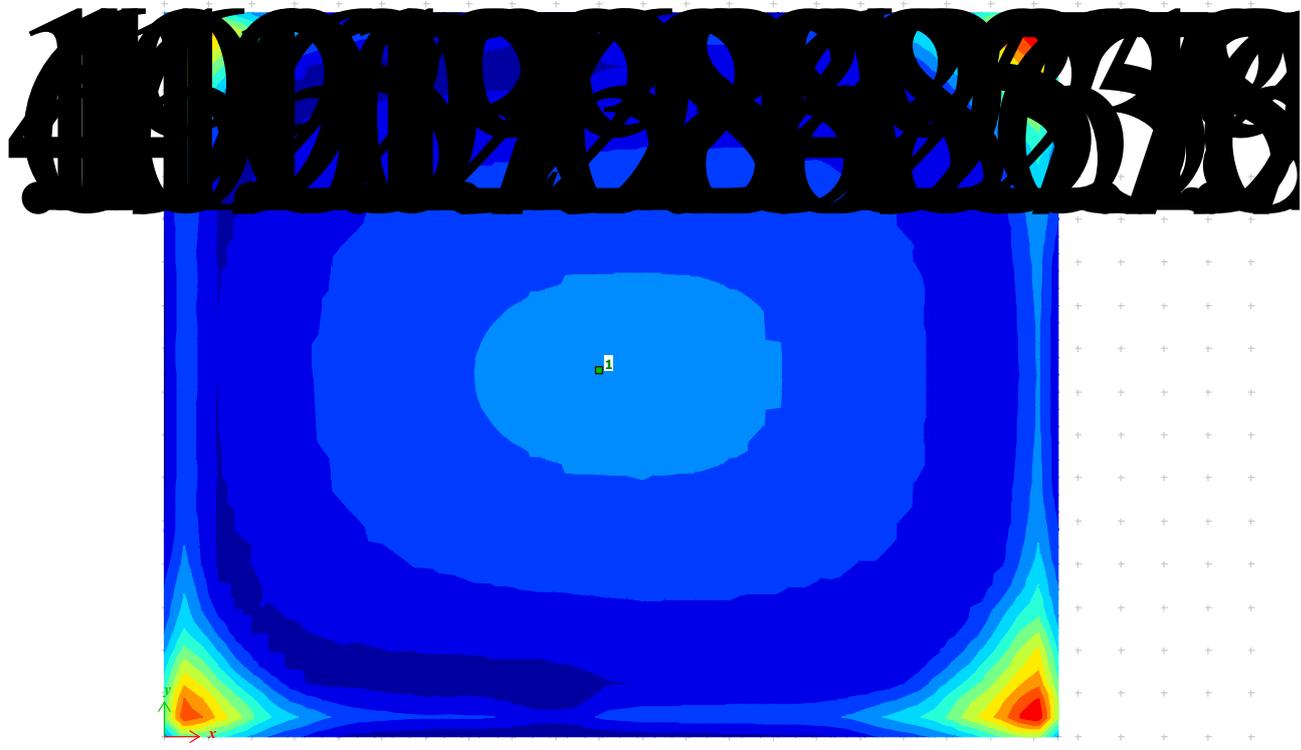


Рис. 4 Схема осадок основания

Инва.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

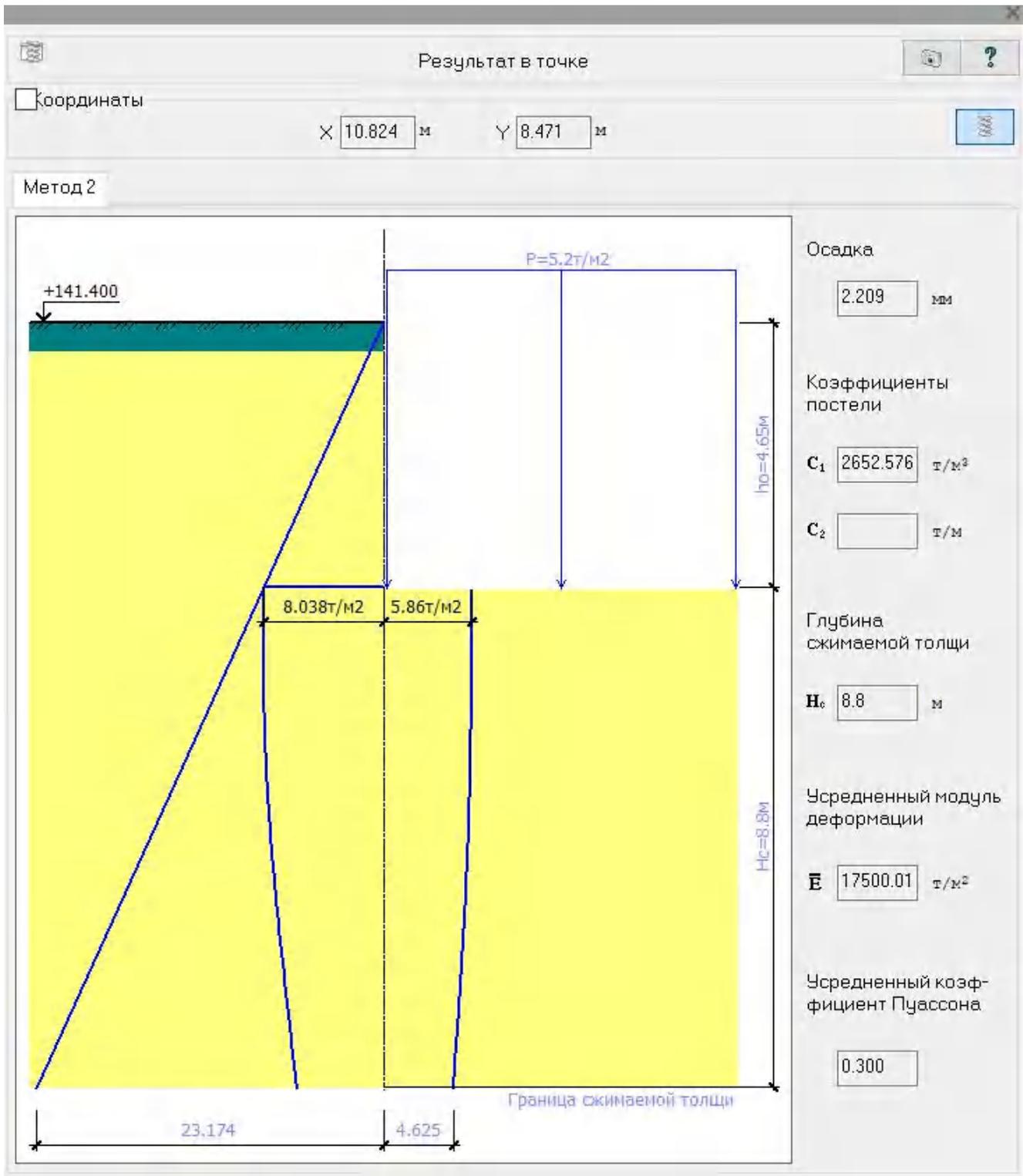


Рис. 5 Глубина сжимаемой толщи и осадка в характерной точке под подошвой фундамента (геометрический центр фундамента)

Инов.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата