ПРОГРАМНЫЙ КОМПЛЕКС

ПК ЛИРА®

ANALISIS OF 3D STRUCTURES BY FINITE ELEMENTS METHOD

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИСТЕМ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

ОБЪЕКТ: *«2-х ярусный автопаркинг в осях 2-37 на 648 машиномест»* (пятно-8)

Наименование рассчитываемых конструкций:

Пространственный расчет композитной системы с учетом работы перекрытий и ленточный фундамент на естественном основании

Расчет выполнил инженер: _____ Рахметулов М.

Расчет проверил ГКП: _____ Демеуов Б.

г. АЛМАТЫ 2018

1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Настоящий расчет выполнен для проектирования объекта «Один 16-ти этажный жилой дом и повторное применение проекта по строительству шести 16-ти этажных жилых домов, и разработка проекта по строительству подземного 2-х ярусного автопаркинга на 660 машиномест /II очередь/расположенных по адресу: ул. Жандосова (ул. Сулейменова) в Ауезовском р-оне г. Алматы». (Паркинг)

Степень ответственности здания - II.

Нормативный вес снегового покрова - 0,7 кПа.

Сейсмичность площадки строительства 9 баллов.

Категория грунтов по сейсмическим свойствам - I.

Здание подземное 2-х ярусное. Здание прямоугольной формы в плане с размерами в осях 38,4х31,2 м. Высота подземных ярусов – 3,3 м. По конструктивному решению здание относится к рамно-каркасным системам из монолитного железобетона. Фундамент по периметру здания, ленточный – 1000х600 мм (bxh). Колонны сеч. 400х400 мм. Ригель сеч. 400х600 мм (bxh). Стены – 400 мм, Перекрытие монолитное высотой 200 мм.

Бетон для несущих железобетонных конструкций принят В25. Все несущие железобетонные конструкции армируются продольной арматурой класса AIII, поперечной AI.

Расчет выполнен методом конечных элементов в перемещениях с помощью программного комплекса «ЛИРА 9.4», разработанного в институте НИИАСС (г.Киев, Украина).

Расчет несущих конструкций здания выполнен на основные и особые сочетания нагрузок в соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», где в качестве особых нагрузок рассматривались сейсмические нагрузки, для 170-ти форм колебаний. Расчетные сейсмические нагрузки принимались согласно требованиям СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах».

При определении сейсмических нагрузок по модулю 43 (заг. 5, 6, 7) приняты следующие коэффициенты: $k_1 = 1,0$; $k_2 = 0,25$; $k_3 = 1,0$; $k_\varphi = 1$; $A_г = 0,5$; $A_в = 0,4$; $K_o = 1$. При этом учитывалась податливость грунта основания при значении коэффициента постели 10 раз больше статического.

В расчете рассматривалось 8 загружений:

1 – постоянные нагрузки;
2 – временные кратковременные нагрузки;
3 – временные длительные нагрузки;
4 – особая нагрузка;
5 – сейсмические нагрузки относительно глобальной оси X
6 – сейсмические нагрузки относительно глобальной оси Y
7 – сейсмические нагрузки относительно глобальной оси Z
8 – сейсмические нагрузки учет кручения

2. Сбор Нагрузок

Таблица 2.1. Сбор нагрузок на плиту перекрытия

Нагрузка	Нормативная нагрузка, тс/м²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, тс/м²
Постоянная: Асфальтобетон мелкозернистый δ=0,100 м, γ=1,800 т/м³	0,180	1,3	0,234
Временная: длительная кратковременная	 0,250 0,500	 1,2 1,2	 0,300 0,600
ИТОГО: постоянная длительная кратковременная			 0,234 0,300 0,600

Таблица 2.2. Сбор нагрузок на плиту покрытия

Нагрузка	Нормативная нагрузка, тс/м²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, тс/м²
Постоянная: Асфальтобетон мелкозернистый δ=0,040 м, γ=1,800 т/м³;	0,072	1,3	0,094
Цементно-песчаная стяжка, δ=0,130 м, γ=1,800 т/м³;	0,234	1,3	0,304
Гравийно-песчаная подсыпка, δ=0,060 м, γ=1,800 т/м³;	0,108	1,2	0,130
Плита из пенобетона δ=0,150 м, γ=0,400 т/м³;	0,060	1,3	0,078
Временная: длительная Кратковременная	 0,250 0,500	 1,2 1,2	 0,300 0,600
Временная: снеговая	0,070	1,4	0,098

Нагрузка от пожарной машины

При расчете нагрузок от каждого пожарного автомобиля принимается:масса автомобиля - 46 т;
количество осей автомобиля - 4;
расстояние между двумя передними осями - 1,5 м;
расстояние между 2 и 3 осью - 3,52 м;
расстояние между 3 и 4 осью - 1,38 м; расстояние между колесами - 1,856 м. Нагрузка на оси автомобиля принимается:на две передние оси - по 75 кН (7,5 тс);
на 3 и 4 оси - по 155 кН (15,5 тс).

Пояснительная Записка

Статический и динамический расчеты выполнены на персональном компьютере с помощью вычислительного комплекса "**(ПК) Лира**". В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. Исходными данными являлись геометрические размеры каркаса, представленные на чертежах заказчиком, а также действующие нагрузки, определенные на основании норм проектирования СНиП 2.01.07-85* "Нагрузки и воздействия" и СНиП РК 2.03-30-2006 "Строительство в сейсмических районах".

В качестве расчетной выбрана пространственная схема работы здания, в деформации которой, учтены все компоненты интеграла Мора. Такая схема наиболее приближена по работе к реальной, так как достоверность расчетных реакций конструкции (перемещения, усилия, напряжения) существенно зависит от точности определяемых форм собственных колебаний, а значит и от корректности составления динамической конечно элементной модели здания.

В результате обеспечивается максимальная точность расчета динамических характеристик конструкций (частоты и сопутствующие им формы собственных колебаний), упрощается подготовка исходных данных и устраняется произвол в назначении масс для узлов конструкции за счет их автоматизированного сбора и размещения по узлам пространственной расчетной схемы, в том числе и по месту приложения сосредоточенных нагрузок. Для каждого узла, обладающего инерцией определены инерционные (сейсмические) силы вдоль осей X, Y и Z правой декартовой системы координат.

Расчет производился на следующие загружения:

- загружение 1 - собственный вес конструкций (постоянная);
- загружение 2 - постоянная нагрузка;
- загружение 3 - кратковременная нагрузка;
- загружение 4 - сейсмическая нагрузка вдоль оси X; ▪ загружение 5 - сейсмическая нагрузка вдоль оси Y.

Сбор нагрузок приведен ниже в табличной форме.

Собственный вес несущих конструкций вычисляются программой автоматически на основании геометрических размеров и параметров материалов конструкций.

Расчет на действие сейсмической нагрузки проводится в соответствии со СНиП РК 2.03-30-2006. Инерционные (сейсмические) массы, учитываемые при сейсмическом воздействии, собраны программой по заданной вертикальной нагрузке и коэффициентам сочетаний (для постоянных нагрузок - 0.9 и 0.95, длительных - 0.8, кратковременных - 0.5).

В автоматизированном расчете на сейсмическую нагрузку использована программа "**(ПК) Лира**", в которой реализована методика расчета в соответствии с СНиП РК 2.03-30-2006. Расчетная сейсмическая нагрузка определится по формулам 5.1 и 5.2 СНиП РК 2.03-30-2006 :

$$S_{ik}= K_1\cdot K_2\cdot K_3\cdot S_{0ik}; \qquad S_{0ik}= Q_k\cdot A\cdot \beta_i\cdot K_o\cdot K_\psi\cdot \eta_{ik},$$

где: K_1 = 1.0 – коэффициент, учитывающий ответственность здания, принимаемый по таблице 5.2 СНиП РК 2.03-30-2006;

K_2 = 0.25 – коэффициент редукции, учитывающий конструктивные решения здания, принимаемый согласно п. 5.11 СНиП РК 2.03-30-2006;

K_3 = 1.0 – коэффициент, учитывающий высоту здания, определяемый по формуле 5.3 СНиП РК 2.03-30-2006; Q_k – вес здания, отнесенный к точке "k", в соответствии с п. 5.9 СНиП РК 2.03-30-2006, определяется программой автоматически от действия постоянных, длительных и полезных нагрузок;

А – коэффициент сейсмичности для площадки строительства сейсмичностью 9 баллов (таблица 5.5 СНиП РК 2.03-30-2006), определяется программой автоматически; β_i= 1.2/Т– коэффициент динамичности, соответствующий i-ой форме собственных колебаний здания, принимаемый согласно п.п. 5.12 или 5.13 СНиП РК 2.03-30-2006, определяется программой автоматически;

K_O = 1.0 – коэффициент, учитывающий грунтовые условия площадки строительства, принимаемый по таблице 5.6 СНиП РК 2.03-30-2006;

K_ψ = 1.0 – коэффициент, учитывающий способность здания к рассеиванию энергии колебаний, принимаемый по таблице 5.7 СНиП РК 2.03-30-2006; η_{ik} – коэффициент формы колебаний, зависящий от формы деформации здания при его собственных колебаниях i-ой формы и от места расположения нагрузки (п.5.15 СНиП РК 2.03-30-2006) определяется программой автоматически.

Для выполнения условия 5.14 СниП РК 2.03-30-2006, сначала схема была просчитана с

учетом упругого основания с коэффициентами постели определенными по эмпирической формуле О.А. Савинова для динамических воздействий. Затем эта же схема была просчитана с коэффициентами постели определенными по схеме линейно упругого полупространства(СП 50-101-2004). При каждом расчете были получены

РСУ.Для динамических воздействий коэффициенты увеличены в 10 раз

Результаты статического и динамического расчетов проанализированы в графоаналитическом виде на экране компьютера.

По полученным, в результате расчета РСУ (расчетным сочетаниям усилий), произведена проверка несущей способности принятых сечений элементов стального, монолитного каркаса и грунта основания под зданием.

Назначения расчета

Расчет выполнить в строгом соответствии с требованиями строительных норм и правил Республики Казахстан. По результатам расчета установить:

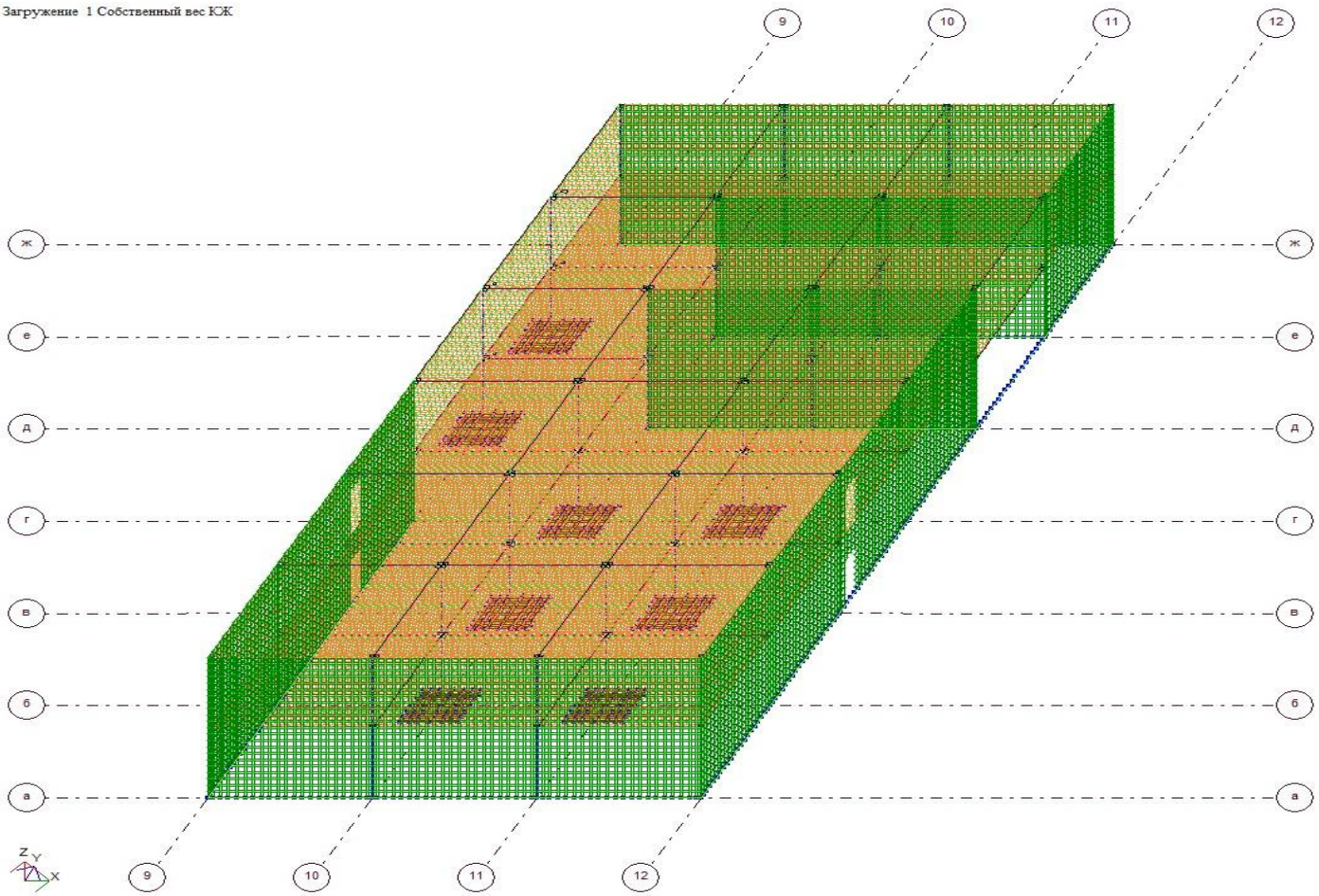
а) перемещения (деформации) здания по направлению вертикальных и горизонтальных осей;

б) теоретические значения профилей металлических конструкций;

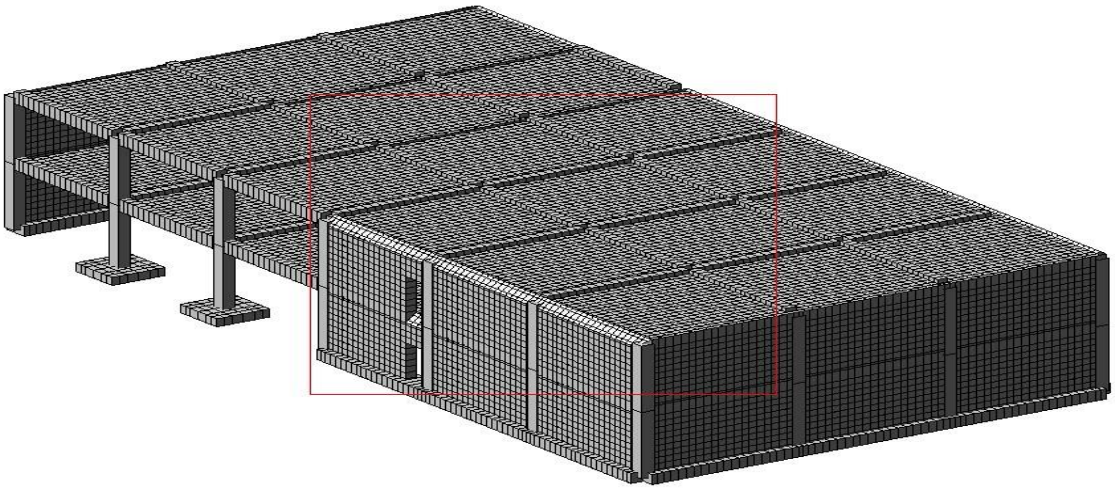
в) теоретические значения армирование железобетонных конструкций здания от действия статических и динамических нагрузок, воздействующих на строение в процессе его эксплуатации.

Расчетная схема

Загружение 1 Собственный вес КЖ



паркинг 1111.l3d



паркинг 1111.l3d

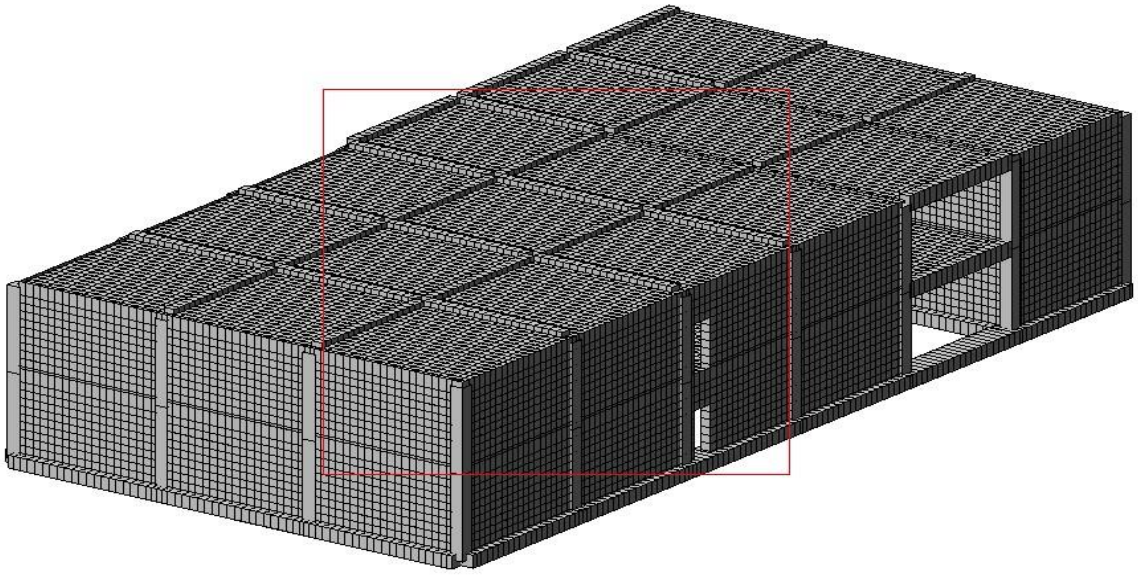


Таблица жесткостей

Тип жесткости	Имя	Параметры (сечения-(см) жесткости-(т,м) расп.вес-(т,м))
1	Брус 50 X 50 (Колонна)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0

		B=50,H=50
		EF=765000,EIy=15937.5
		EIz=1.59e+004,GIk=1.07e+004
		Y1=1.21e-011,Y2=1.21e-011,Z1=2.06e+011,Z2=0
2	Пластина H 20 (Плита перекрытия)	E=3.06e+006,V=0.2,H=20,Ro=2.75
3	Пластина H 40 (Стена)	E=3.06e+006,V=0.2,H=40,Ro=2.75
4	Брус 40 X 60 (Балка 1)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0
		B=40,H=60
		EF=734400,EIy=22032
		EIz=9.79e+003,GIk=9.57e+003
		Y1=2.79e-012,Y2=5.24e011,Z1=1.1e+012,Z2=0
5	Пластина H 20 (Габариты колонна)	E=3.06e+008,V=0.2,H=20,Ro=0.001
6	Брус 100 X 50 (Ленточный фундамент)	Ro=2.75,E=3.06e+006,GF=0
		B=100,H=50
		EF=1.53e+006,EIy=31875
		EIz=1.27e+005,GIk=3.6e+004
		Y1=3.1e-009,Y2=1.21e-011,Z1=2.06e+011,Z2=0
7	Пластина H 40 (Фундаментная плита)	E=3.06e+006,V=0.2,H=40,Ro=2.75

ПРОТОКОЛ РАСЧЕТА

Version: 9.6, Processor date: 02/03/2012
Computer: GenuineIntel 3.39GHz, RAM: 8079 MB
Open specifications for Multi-
Processing

14:49 65_ Фиксированная память - 1327 МБ, виртуальная память - 1327 МБ.

14:49 173_ Исходные данные.

Файл C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\LIRA SOFT\LIRA 9.6\LDATA\блок
3.TXT

14:49 168_ Ввод исходных данных основной схемы.

14:49 10_ Формирование форматов данных.

14:49 466_ Контроль исходных данных _1. Суперэлемент типа
2000.

14:49 12_ Контроль исходных данных _2. Суперэлемент типа

2000. 14:49 98_ Из системы уравнений исключено 3130

неизвестных. X-0. Y-0. Z-0. UX-252. UY-1020. UZ-

1858.

14:49 562_ Перенумерация в схеме

14:49 1_ Данные записаны в файл расчета
C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\LIRA SOFT\LIRA 9.6\LWORK\блок
3#00.блок 3

14:49 523_ Построение графа матрицы.

14:49 180_ Упорядочение матрицы жесткости методом 2.

14:49 180_ Упорядочение матрицы жесткости методом 1.

14:49 101_ Определение времени факторизации суперэлемента
2000.

14:49 562_ Перенумерация в схеме 14:49 520_ Информация

о расчетной схеме суперэлемента типа 2000.

- порядок системы уравнений 18350
- ширина ленты 18004
  - количество элементов 3896
- количество узлов 3726
  - количество загружений 5
- плотность матрицы 2%
- количество суперузлов 0
  - дисковая память : 13.574 M

14:49 522_ Ресурсы необходимые для выполнения расчета

1. Дисковая память : 75.016 M

форматы данных 2.000 M

матрица жесткости основной схемы 13.574 M

матрицы жесткости суперэлементов 0.000 M

динамика (f04) 8.820 M

перемещения (f07) 3.640 M

усилия (f08) 3.498 M

реакции (f09) 0.000 М

расчетные сочетания (f10) 43.483 М

2. Ориентировочное время расчета 0.14 мин.

Гаусс 0.01 мин. динамика

0.12 мин. расчетные сочетания 0.01

мин. устойчивость 0.00 мин.

14:49 575_ Формирование матрицы жесткости основной

схемы.

14:49 578_ Разложение матрицы жесткости основной схемы.

Ориентировочное время работы 1 мин.

14:49 39_ Контроль решения основной схемы.

14:49 569_ Накопление масс 14:49 20_

Определение форм колебаний. Загружение 4.

Выбор стартовых векторов.

14:49 536_ Распределение масс для загружения 4

Количество активных масс 10594

X	Y	Z	UX	UY	UZ
27.9782	27.9782	42.0841	0	0	0

14:49 3_ Итерация 1. Невязка 9.93E+001%, точность 1.0E-003%.

Количество форм 10. Получено форм 0. Частота 0.00

Гц. 14:49 3_ Итерация 2. Невязка 1.36E+001%, точность

1.0E-003%.

Количество форм 10. Получено форм 0. Частота 0.00

Гц. 14:49 3_ Итерация 3. Невязка 5.40E-001%, точность

1.0E-003%.

Количество форм 10. Получено форм 2. Частота 10.65 Гц.

14:49 3_ Итерация 4. Невязка 1.04E-002%, точность 1.0E-003%.

Количество форм 10. Получено форм 6. Частота 17.62

Гц. 14:49 3_ Итерация 5. Невязка 2.13E-004%, точность

1.0E-003%.

Количество форм 10. Получено форм 10. Частота 22.57 Гц.

14:49 178_ Количество выполненных итераций 5, из них 0

добавочных. 14:49 20_ Определение форм колебаний.

Загружение 5. Выбор стартовых векторов.

14:49 536_ Распределение масс для загружения 5

Количество активных масс 10594

X	Y	Z	UX	UY	UZ
27.9782	27.9782	42.0841	0	0	0

14:49 567_ Вычисление динамических сил. Загружение 4 14:49
68_ Форма 1. Направляющие косинусы поступательного движения
из условия максимума динамической реакции
0.23956 0.96917 -0.05758 14:49 68_
Форма 2. Направляющие косинусы поступательного движения
из условия максимума динамической реакции -
0.66014 0.74629 -0.08523
14:49 68_ Форма 3. Направляющие косинусы поступательного
движения из условия максимума динамической
реакции
0.00537 0.22486 0.97438
14:49 68_ Форма 4. Направляющие косинусы поступательного
движения из условия максимума динамической
реакции -0.04186 0.03929 0.99835
14:49 68_ Форма 5. Направляющие косинусы поступательного
движения из условия максимума динамической
реакции -0.05814 0.27493 -0.95970
14:49 68_ Форма 6. Направляющие косинусы поступательного
движения из условия максимума динамической
реакции 0.66816 0.16343 0.72584
14:49 68_ Форма 7. Направляющие косинусы поступательного
движения из условия максимума динамической
реакции -0.74559 -0.13354 0.65289
14:49 68_ Форма 8. Направляющие косинусы поступательного
движения из условия максимума динамической
реакции
0.04213 0.01339 0.99902
14:49 68_ Форма 9. Направляющие косинусы поступательного
движения из условия максимума динамической
реакции
-0.27724 -0.03683 -0.96010
14:49 68_ Форма 10. Направляющие косинусы поступательного движения
из условия максимума динамической реакции
-0.98720 -0.13480 0.08522
14:49 567_ Вычисление динамических сил. Загружение 5 14:49
68_ Форма 1. Направляющие косинусы поступательного движения
из условия максимума динамической реакции
0.23956 0.96917 -0.05758 14:49 68_
Форма 2. Направляющие косинусы поступательного движения
из условия максимума динамической реакции -
0.66014 0.74629 -0.08523
14:49 68_ Форма 3. Направляющие косинусы поступательного
движения из условия максимума динамической
реакции

0.00537 0.22486 0.97438

14:49 68_ Форма 4. Направляющие косинусы поступательного движения из условия максимума динамической реакции

-0.04186 0.03929 0.99835

14:49 68_ Форма 5. Направляющие косинусы поступательного движения из условия максимума динамической реакции

-0.05814 0.27493 -0.95970

14:49 68_ Форма 6. Направляющие косинусы поступательного движения из условия максимума динамической реакции

0.66816 0.16343 0.72584

14:49 68_ Форма 7. Направляющие косинусы поступательного движения из условия максимума динамической реакции

-0.74559 -0.13354 0.65289

14:49 68_ Форма 8. Направляющие косинусы поступательного движения из условия максимума динамической реакции

0.04213 0.01339 0.99902

14:49 68_ Форма 9. Направляющие косинусы поступательного движения из условия максимума динамической реакции

-0.27724 -0.03683 -0.96010

14:49 68_ Форма 10. Направляющие косинусы поступательного движения из условия максимума динамической реакции

-0.98720 -0.13480 0.08522

14:49 502_ Накопление нагрузок основной схемы.

14:49 37_ Суммарные узловые нагрузки на основную схему

	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	0.0	0.0	3.672+2	0.0	0.0	0.0
2-	0.0	0.0	4.752+1	0.0	0.0	0.0
3-	0.0	0.0	7.920+1	0.0	0.0	0.0
4- 1	3.175	1.284+1	-5.718-1	0.0	0.0	0.0
4- 2	1.460+1	-1.650+1	1.507	0.0	0.0	0.0
4- 7	5.843	1.046	-4.093	0.0	0.0	0.0
4- 10	3.238	4.421-1	-2.236-1	0.0	0.0	0.0
5- 1	1.284+1	5.196+1	-2.313	0.0	0.0	0.0
5- 2	-1.650+1	1.865+1	-1.704	0.0	0.0	0.0
5- 3	4.465-2	1.869	6.479	0.0	0.0	0.0

14:49 580_ Вычисление перемещений в основной схеме. 14:49 268_ Загружение. Работа внешних сил. Максимальные перемещения и повороты.

1-	1.244-1	-2.002-3	-6.133-4
2-	9.159-3	-8.196-4	-3.207-4
3-	2.544-2	-1.366-3	-5.345-4
4- 1	5.970-3	-1.346-3	4.018-4
4- 2	4.729-3	3.768-4	-9.753-5
4- 7	4.300-4	1.457-4	5.907-5

```
4-    10       1.642-4       9.192-5       5.173-5
5-   1       9.772-2       -5.444-3      1.626-3
5-    2       6.044-3       -4.259-4      1.103-4
5-   3       3.601-4       -2.593-4      -9.768-5
14:49   48_    Вывод перемещений.
14:49  586_    Вычисление усилий в основной схеме.
14:49  604_    Выбор расчетных сочетаний усилий в основной схеме.
14:49    7_    ЗАДАНИЕ  ВЫПОЛНЕНО.   Время расчета 0.15 мин.
```

Анализ динамического расчета

Решена задача собственных значений. Определены частоты и формы собственных колебаний. Ниже приведена таблица частот для каждого из динамических загружений.

```
    СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ, ЧАСТОТЫ, ПЕРИОДЫ КОЛЕБАНИЙ, ЗАГРУЖЕНИЯ 4
==========================================================================
====
:N  : СОБСТВ.  :    Ч А С Т О Т Ы      : ПЕРИОДЫ  :КОЭФФИЦИЕНТ  :
МОДАЛЬНАЯ :  :П/П: ЗНАЧЕНИЯ :-----------------------:----------
:РАСПРЕДЕЛЕНИЯ: МАССА     :  :   :          :   РАД/С   :    ГЦ     :
С     :             : В %       :

--------------------------------------------------------------------------
---
   1   0.055043      18.17       2.89     0.3457   -0.145933      0.4
0.4     2   0.052811      18.94       3.02     0.3317    1.472121
68.3   68.7
   3   0.043811      22.83       3.63     0.2751    0.052044      0.0
68.7     4   0.017055      58.64       9.34     0.1071   -0.247028
0.2   68.9     5   0.015407      64.90      10.34     0.0968    0.415017
```

```
0.4   69.3     6   0.015283      65.43      10.42     0.0960   -0.327467
0.8   70.1
   7   0.014868      67.26      10.71     0.0934   -0.183566      0.1
70.2     8   0.014106      70.89      11.29     0.0886    0.642833
15.4   85.6     9   0.012112      82.56      13.15     0.0761   -0.060345
0.0   85.6
  10   0.011970      83.54      13.30     0.0752   -0.036927      0.0
85.6

СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ, ЧАСТОТЫ, ПЕРИОДЫ КОЛЕБАНИЙ, ЗАГРУЖЕНИЯ 5
==========================================================================
====
:N  : СОБСТВ.  :    Ч А С Т О Т Ы      : ПЕРИОДЫ  :КОЭФФИЦИЕНТ  :
МОДАЛЬНАЯ :  :П/П: ЗНАЧЕНИЯ :-----------------------:----------
:РАСПРЕДЕЛЕНИЯ: МАССА     :  :   :          :   РАД/С   :    ГЦ     :
С     :             : В %       :


--------------------------------------------------------------------------
---     1   0.055043      18.17       2.89     0.3457    1.938157
63.3   63.3
   2   0.052811      18.94       3.02     0.3317    0.092570      0.3
63.6     3   0.043811      22.83       3.63     0.2751    0.683408
5.4   69.0     4   0.017055      58.64       9.34     0.1071   -0.151691
0.1   69.1     5   0.015407      64.90      10.34     0.0968    0.920624
2.0   71.1     6   0.015283      65.43      10.42     0.0960    1.116709
9.0   80.1
   7   0.014868      67.26      10.71     0.0934   -1.067909      4.8
84.8     8   0.014106      70.89      11.29     0.0886    0.037489
0.1   84.9
9   0.012112      82.56      13.15     0.0761    0.503723      0.4
    85.3
10  0.011970      83.54      13.30     0.0752    0.138810      0.1
    85.4
```

Из таблицы видно, что основные доли модальных масс собраны в формах 2/1 для сейсмических загружений направленных по осям X, Y соответственно. Эти формы имеют характер поступательных (не крутильных) колебаний, что положительно сказывается на напряжениях, возникающих в конструкциях при сейсмических воздействиях.

Список литературы

1. СНиП 2.01-07-85* «Нагрузки и воздействия», М, 2001г.
2. СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах», Алматы, 2006г.
4. СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции», М., 1989г.
5. СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений», Астана, 2002г.
6. СНиП РК 2.04-01-2001. Строительная климатология. Астана, 2002г.
7. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. М., 1989г.
8. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. М. Стройиздат, 1991г.
9. Байков В.Н., Железобетонные конструкции. Специальный курс. М. Стройиздат, 1981г.
10. Байков В.Н., Стронгин С.Г., Ермолаева Д.И. Строительные конструкции. М. Стройиздат, 1970г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА ДЛЯ КАРТЫ АРМИРОВАНИЕ

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЕЙ АРМИРОВАНИЯ

Модуль <СТЕРЖЕНЬ> - косое внецентренное нагружение с кручением. Модуль выполняет подбор арматуры при наличии в сечениях стержня:

- нормальной силы (сжатие или растяжение) N;
- крутящего момента Mk;
- изгибающих моментов в двух плоскостях My,Mz; - перерезывающих сил Qz,Qy.

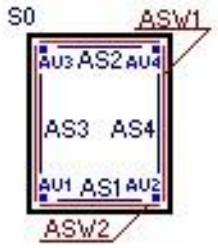
Выполнется расчет по предельным состояниям первой и второй группы (прочность и трещиностойкость). Армируемые сечения: прямоугольное, тавровое, двутавровое, коробчатое, круглое, кольцевое, крестовое, уголковое, тавровое со смещенной полкой.

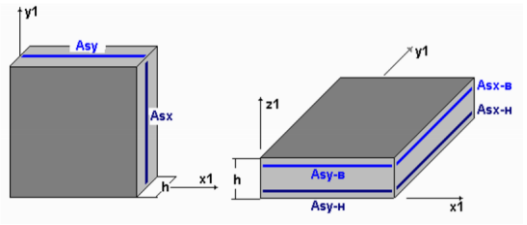
По желанию пользователя может быть выбран алгоритм подбора арматуры.

- Алгоритм дискретной арматуры с приоритетным расположением стержней в угловых зонах сечения. Режим "выделять угловые стержни".
- Алгоритм распределенной арматуры с равномерным расположением расчетных площадей арматуры вдоль нижней и верхней стороны сечения ("размазанная" арматура). Режим "не выделять угловые стержни"

Данный алгоритм не допускается: при расчете пространственного стержня; при наличии арматуры, обусловленной действием крутящего момента; в двутавровом сечении; при преобладающем моменте Mz. По желанию может быть получено симметричное и несимметричное армирование относительно оси Y или Z. Подбор поперечной арматуры осуществляется исходя из величины перерезывающей силы по направлениям Y и Z на единицу длины. Результаты подбора поперечной арматуры - площадь арматуры по направлениям Y и Z при шагах 15, 20, 30 см.

Для подобранной арматуры по условиям трещиностойкости определется ширина продолжительного и кратковременного раскрытия трещин. Ширина раскрытия трещин определяется по направлениям Z и Y. В таблицу результатов заносится большее значение.





Расположение арматуры в оболочках

ОПИСАНИЕ ТАБЛИЦ РЕЗУЛЬТАТОВ

Таблица результатов подбора арматуры:

ЭЛЕМЕНТ - номер элемента в расчетной схеме;

СЕЧЕНИЕ - номер армируемого сечения стержневого элемента;

В этой же графе буквой 'С' обозначается симметричное армирование, а буквой 'Н' обозначается несимметричное армирование.

Знаком '*' отмечена арматура обусловленная кручением.

ПРОДОЛЬНАЯ АРМАТУРА - площади подобранной продольной арматуры и процент армирования.

AU1 - площадь угловой нижней продольной арматуры (в левом нижнем угле сечения);

AU2 - площадь угловой нижней продольной арматуры (в правом нижнем угле сечения);

AU3 - площадь угловой верхней продольной арматуры (в левом верхнем угле сечения);

AU4 - площадь угловой верхней продольной арматуры (в правом верхнем угле сечения);

AS1 - площадь нижней продольной арматуры;

AS2 - площадь верхней продольной арматуры;

AS3 - площадь боковой продольной арматуры (у левой грани сечения);

AS4 - площадь боковой продольной арматуры (у правой грани сечения);

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА - площади поперечной арматуры при шагах 15,20,30 см

ASW1 - вертикальная поперечная арматура;

ASW2 - горизонтальная поперечная арматура;

ШИРИНА РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН - ширина кратковременного и длительного раскрытия трещин (мм).

Результаты подбора арматуры заносятся в две строки (для стержей может быть три):

СТРОКА 1 - полная арматура, подобранная по I и II группам предельных состояний

СТРОКА 2 - арматура, подобранная по I группе предельных состояний

СТРОКА 3 - арматура обусловленная кручением (для стержей и отмечена знаком '*')

СТРОКА 4 - номера стадий монтажа последнего наращивания арматуры (отмечена знаком '+')

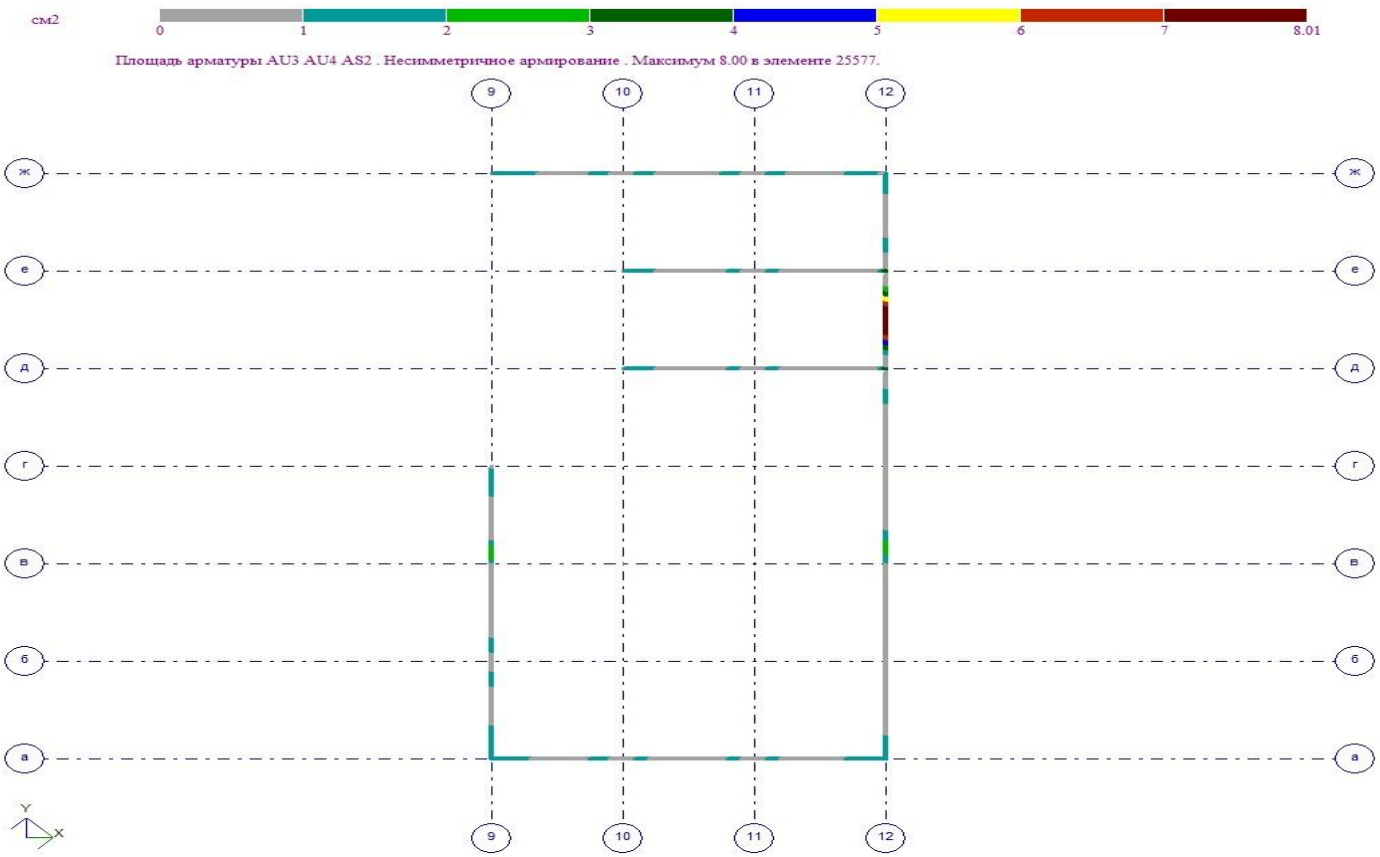
«Карты армирования»

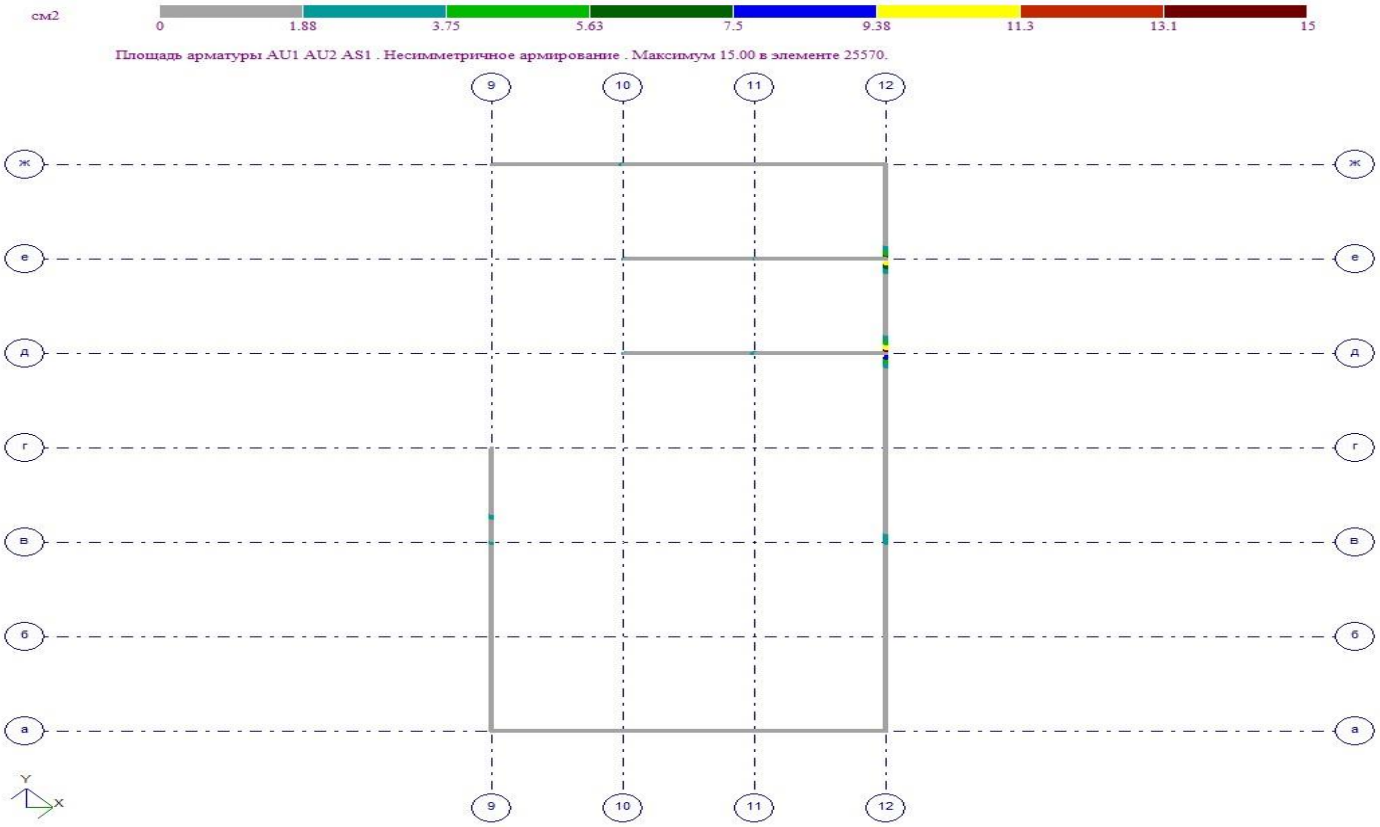
АРМИРОВАНИЕ ЛЕНТОЧНОГО ФУНДАМЕНТА

Сечение фундамента h=50 х 100см;

Бетон В 25. Арматура класса А III
расстояние до центра тяжести арматуры 5 см.

Фундамент ленточный

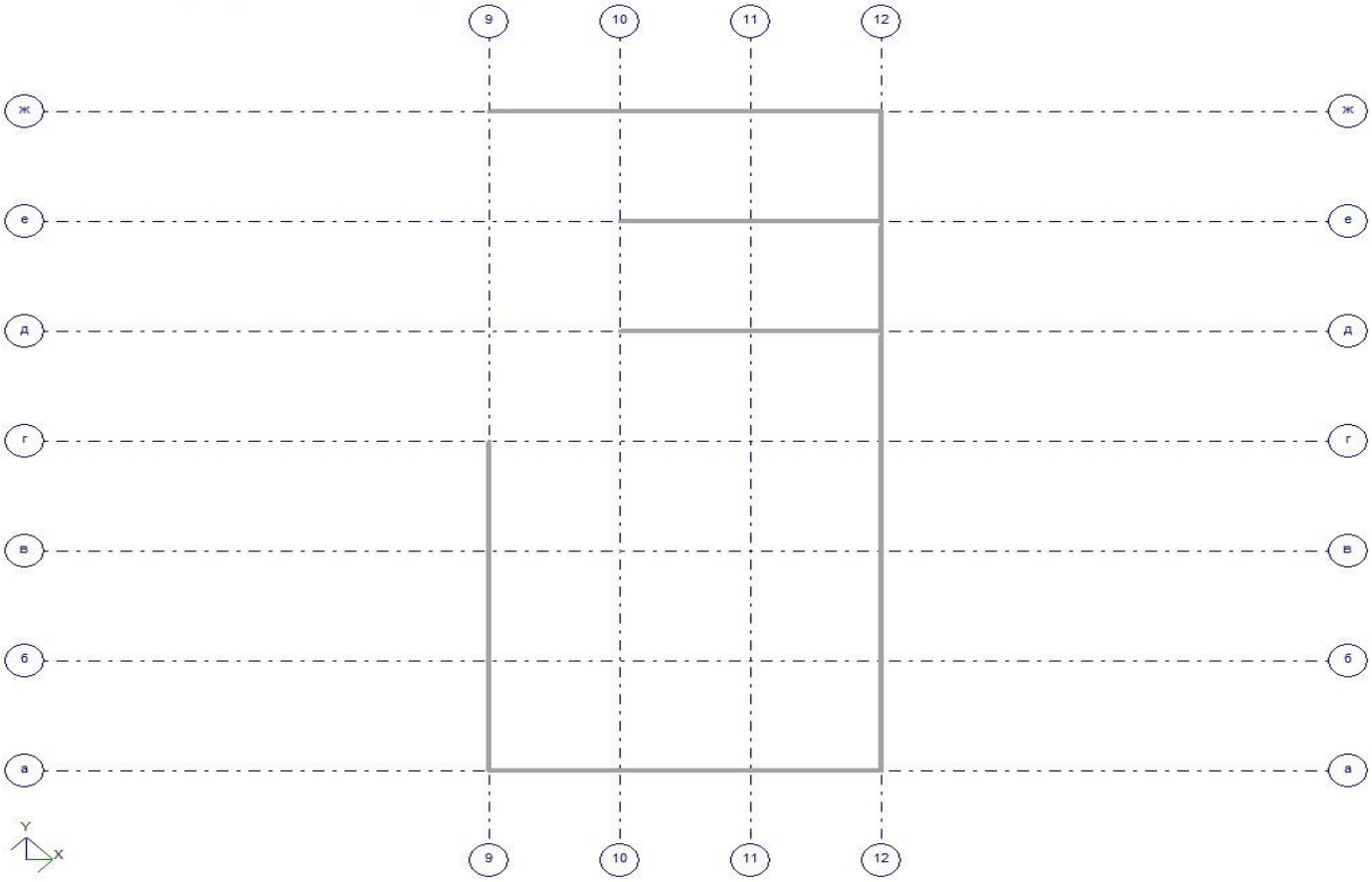




см2

0 1e-005

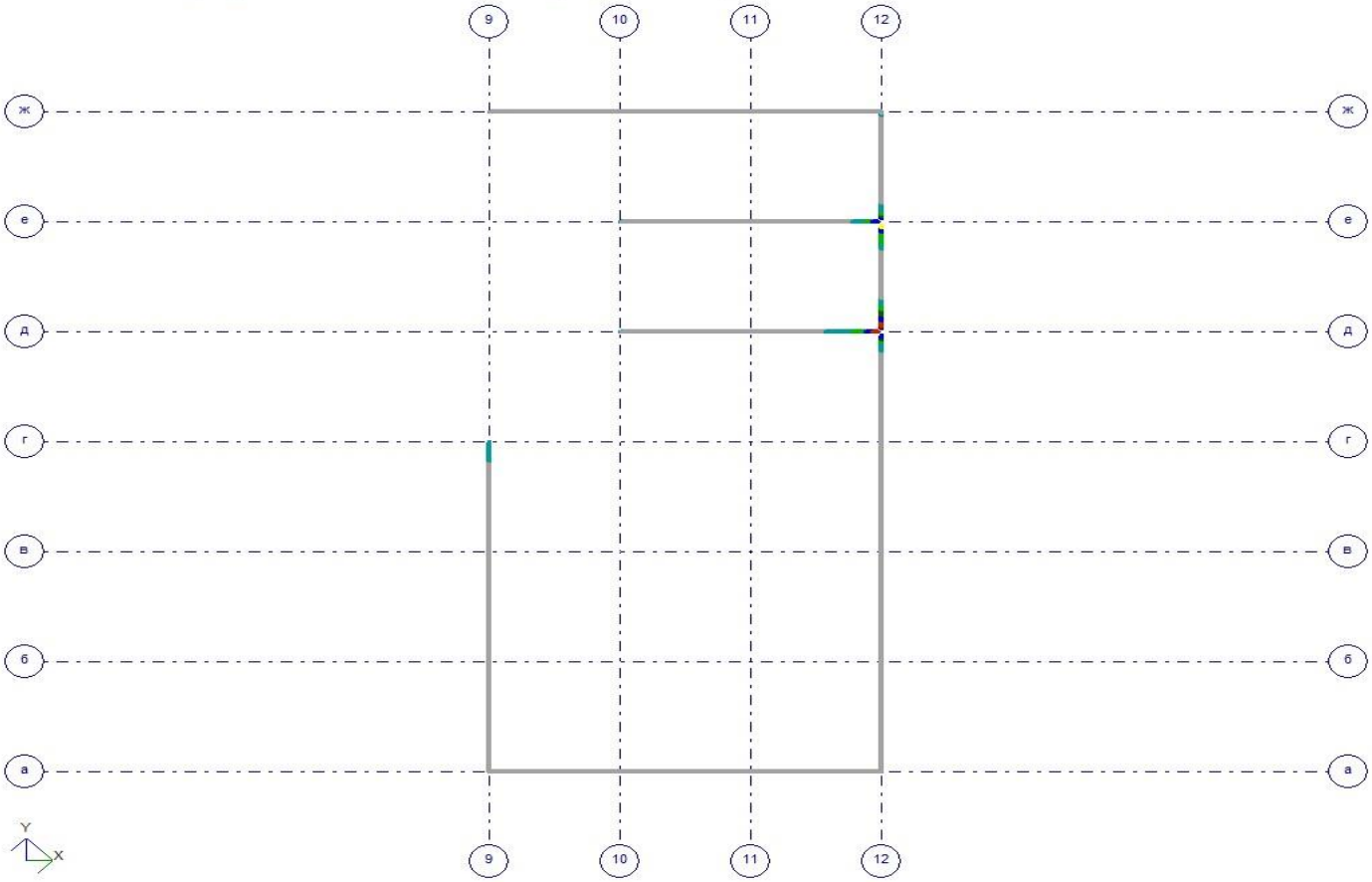
Площадь арматуры AS3 AS4 . Несимметричное армирование . Максимум 0.00 в элементе 22419.

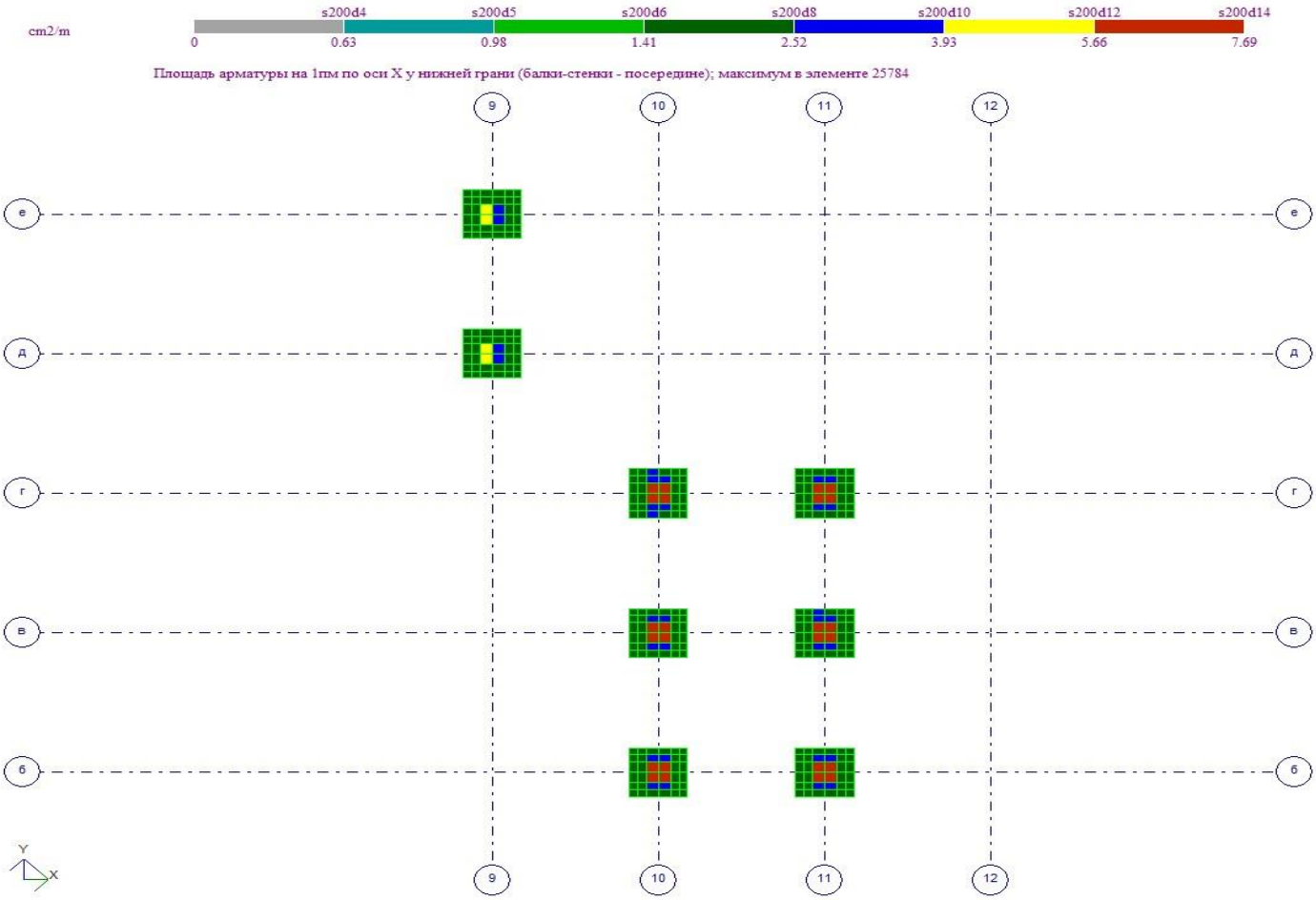


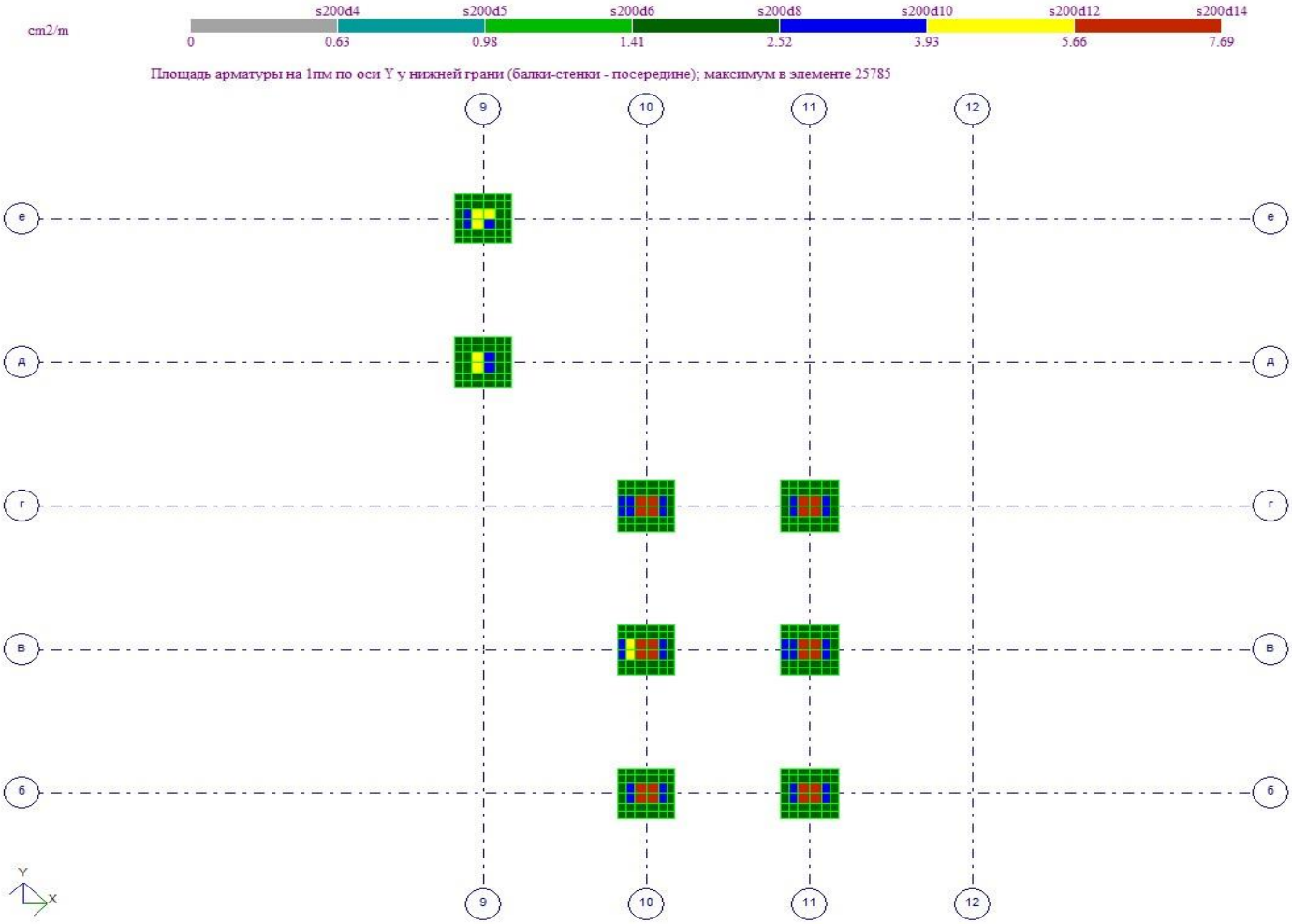
см2

0.0812 0.697 1.31 1.93 2.55 3.16 3.78 4.39 5.01

Площадь арматуры ASW1 . Шаг 100 см. Несимметричное армирование . Максимум 5.01 в элементе 25570.

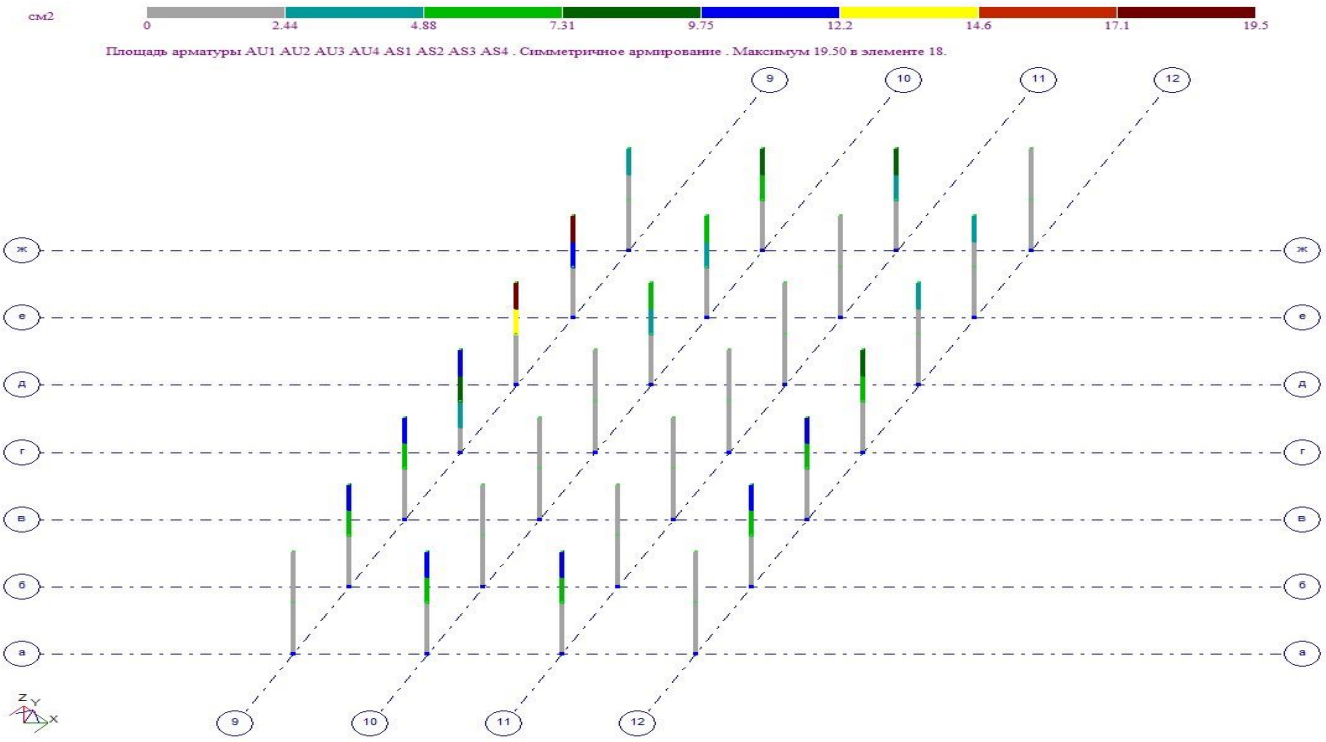


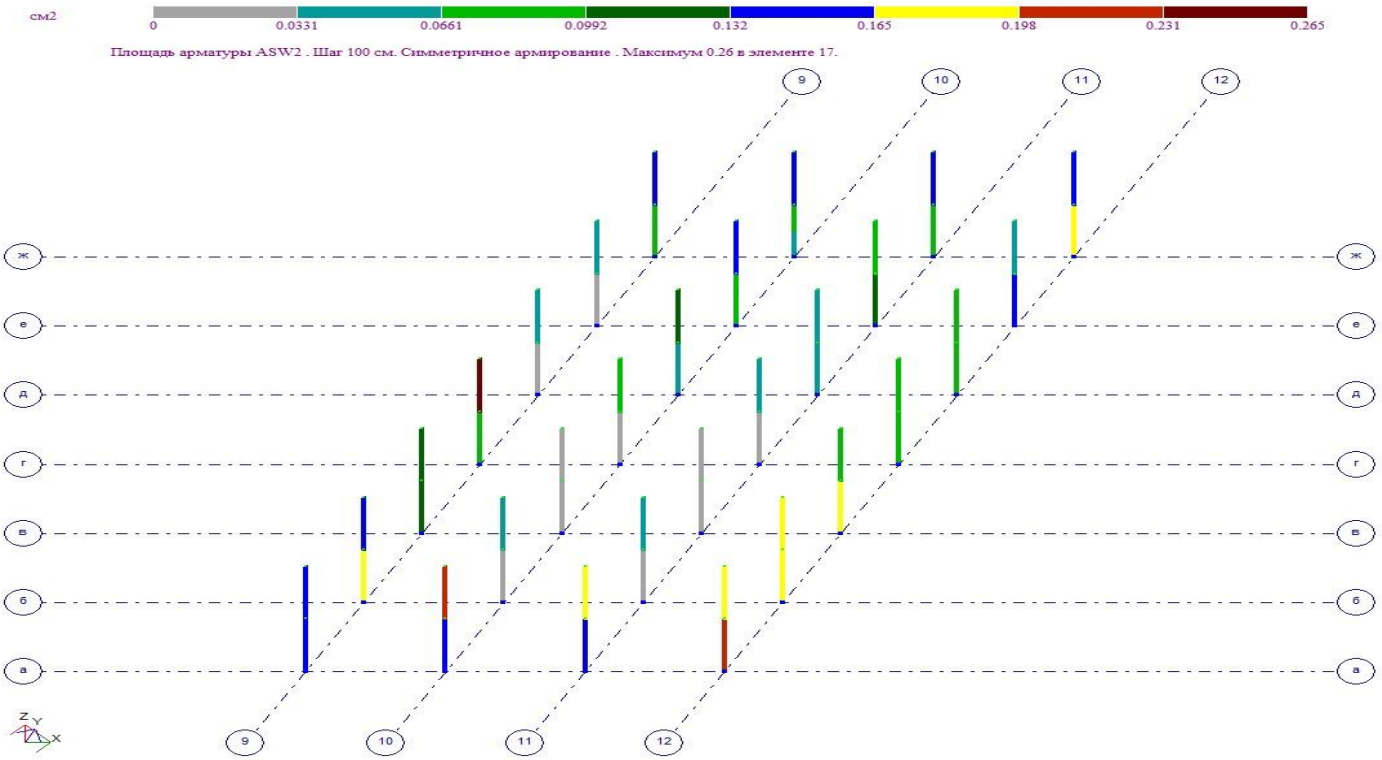

cm2/m
s200d4
s200d5
s200d6
s200d8
s200d10
s200d12
s200d14
0
0.63
0.98
1.41
2.52
3.93
5.66
7.69
Площадь арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 25784
9
10
11
12
е
д
г
в
б
Y
X


cm2/m
s200d4
s200d5
s200d6
s200d8
s200d10
s200d12
s200d14
0
0.63
0.98
1.41
2.52
3.93
5.66
7.69
Площадь арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 25785
9
10
11
12
е
д
г
в
б
Y
X

АРМИРОВАНИЕ КОЛОНН

Сечение 50х50 см,
Бетон В 25. Арматура класса А ^{III},
расстояние до центра тяжести арматуры¯ 5 см.



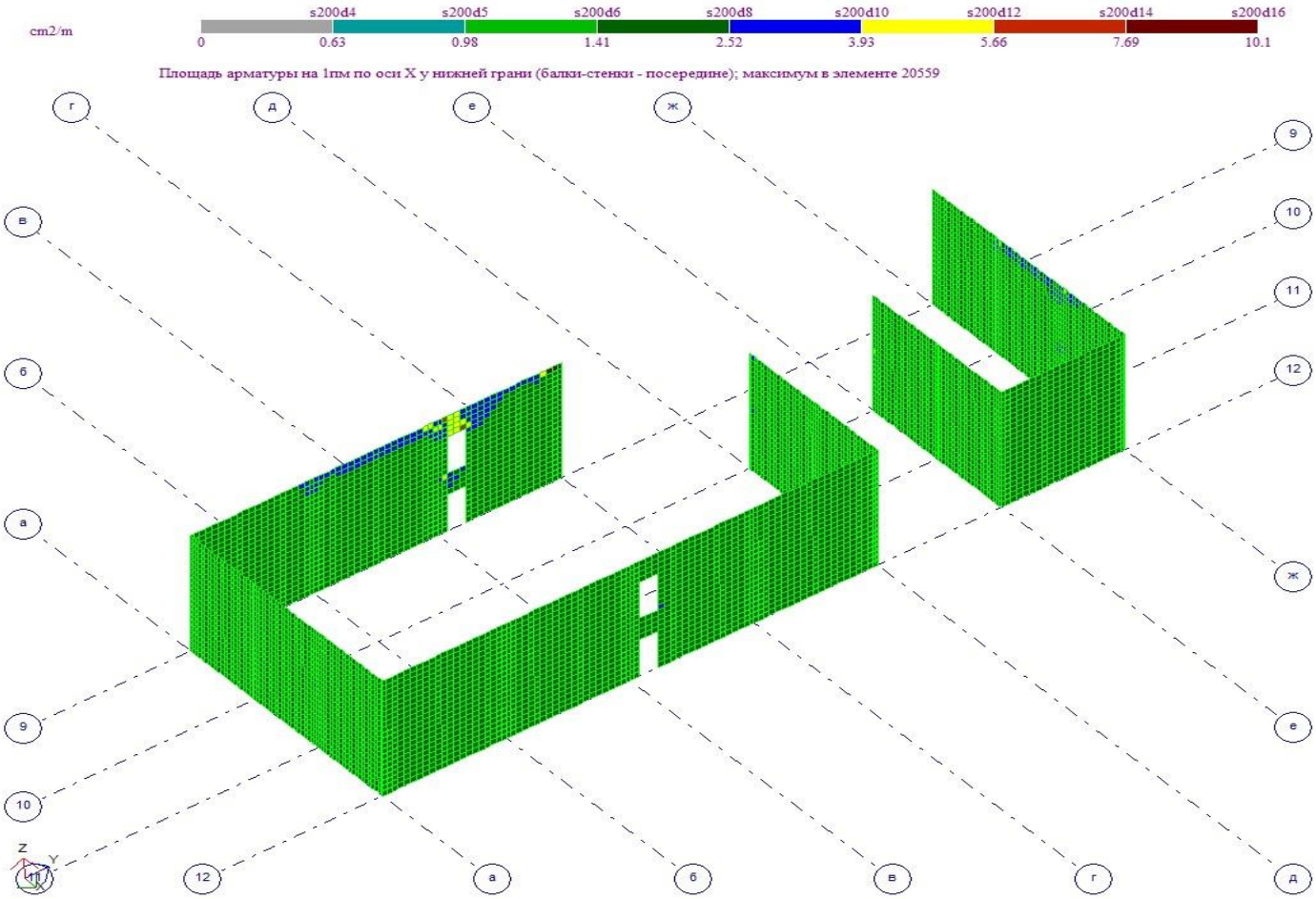


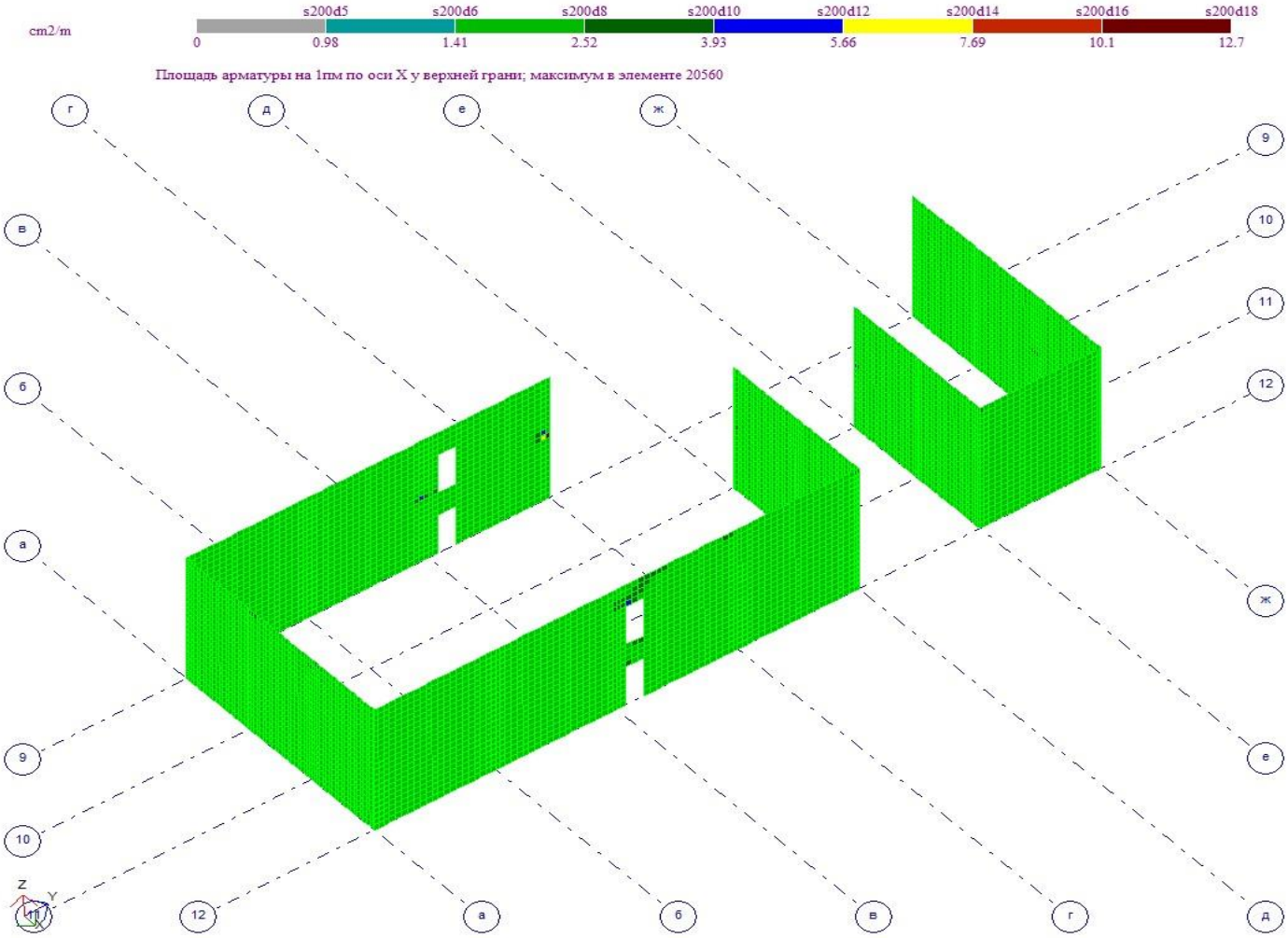
АРМИРОВАНИЕ СТЕН

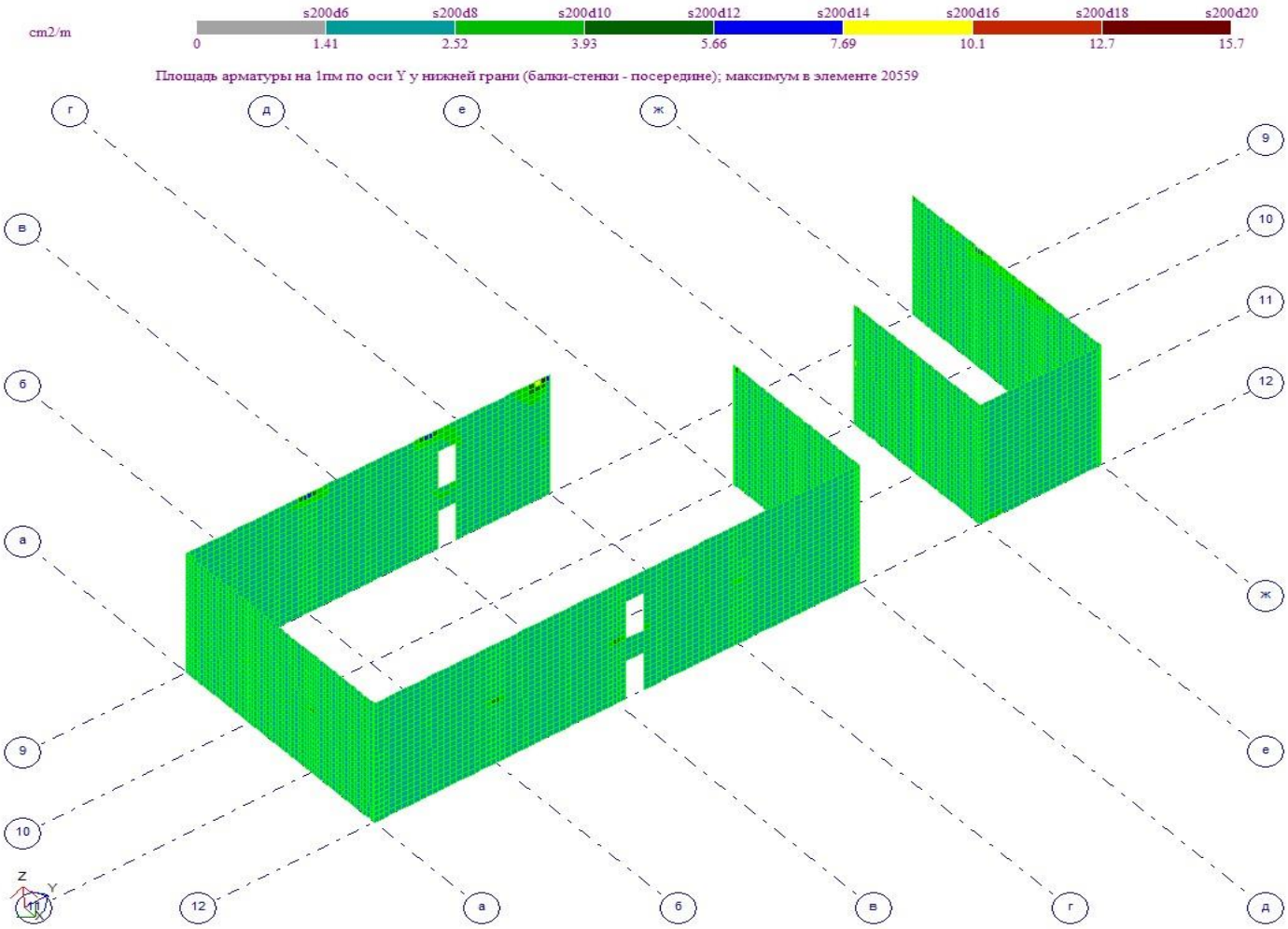
Стены 40см;

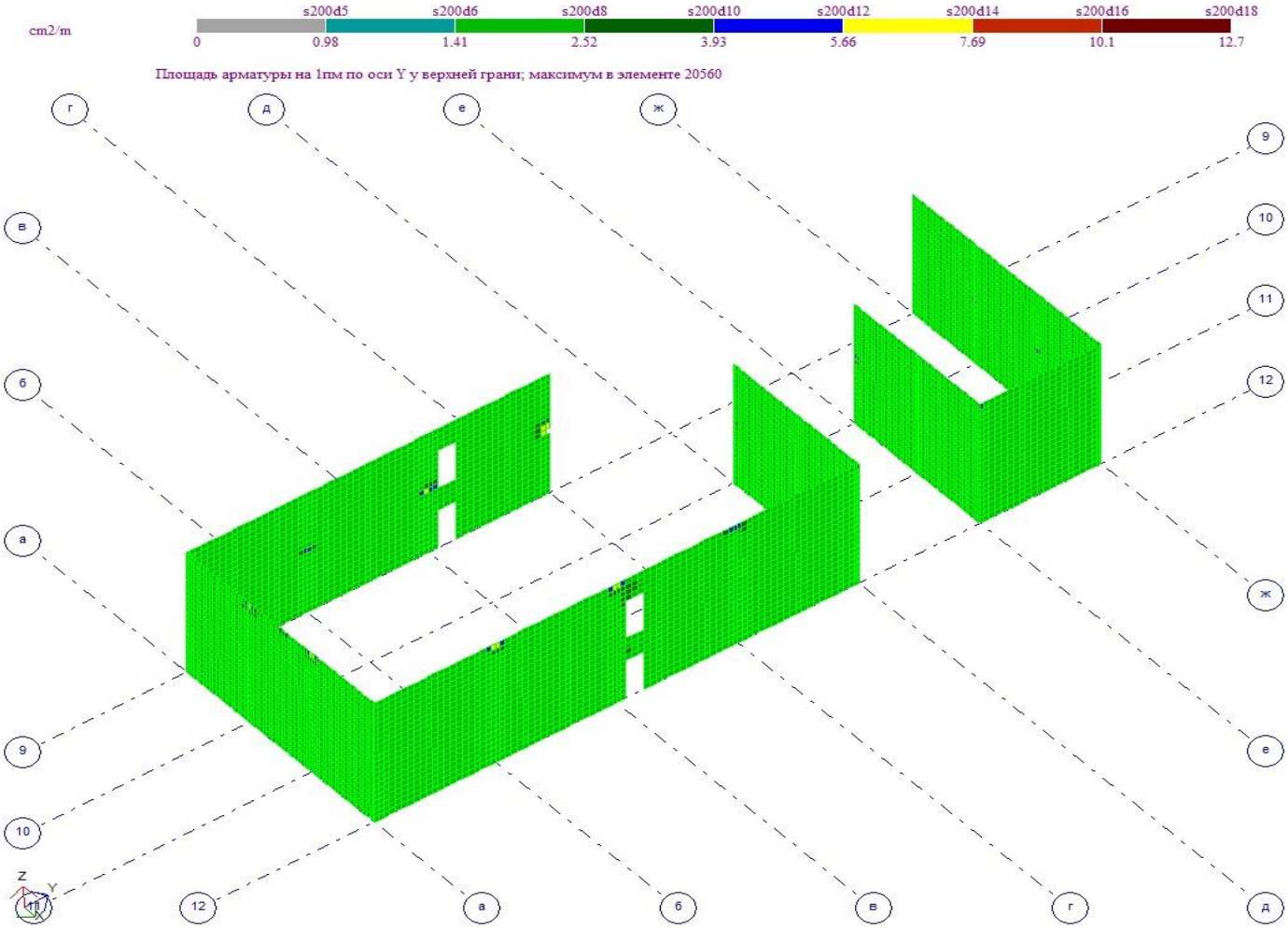
Бетон В 25. Арматура класса А III

расстояние до центра тяжести арматуры - 5.0 см.


cm2/m
s200d4 s200d5 s200d6 s200d8 s200d10 s200d12 s200d14 s200d16
0 0.63 0.98 1.41 2.52 3.93 5.66 7.69 10.1
Площадь арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 20559
г д е ж
в б а
9 10 12
9 10 11 12
ж е
а б в г д
Z Y


cm2/m
s200d5 s200d6 s200d8 s200d10 s200d12 s200d14 s200d16 s200d18
0 0.98 1.41 2.52 3.93 5.66 7.69 10.1 12.7
Площадь арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 20560
г д е ж
в б а
9 10 12
9 10 11 12
ж е
а б в г д
Z Y


cm2/m
s200d6
s200d8
s200d10
s200d12
s200d14
s200d16
s200d18
s200d20
0
1.41
2.52
3.93
5.66
7.69
10.1
12.7
15.7
Площадь арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 20559
г
д
е
ж
в
б
а
9
10
11
12
Z
Y
X

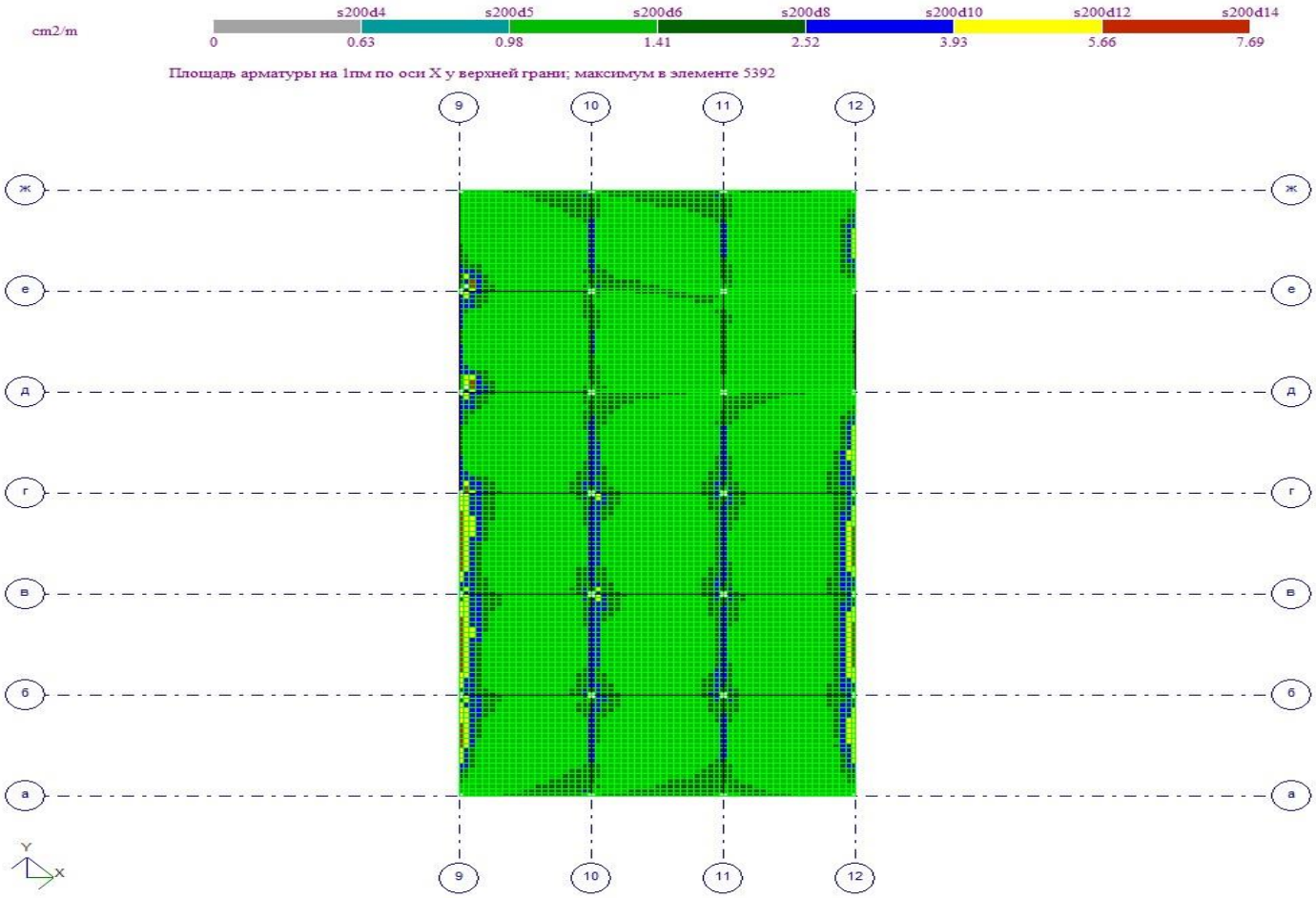

cm2/m
s200d5
s200d6
s200d8
s200d10
s200d12
s200d14
s200d16
s200d18
0
0.98
1.41
2.52
3.93
5.66
7.69
10.1
12.7
Площадь арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 20560
г
д
е
ж
в
б
а
9
10
11
12
Z
Y
X

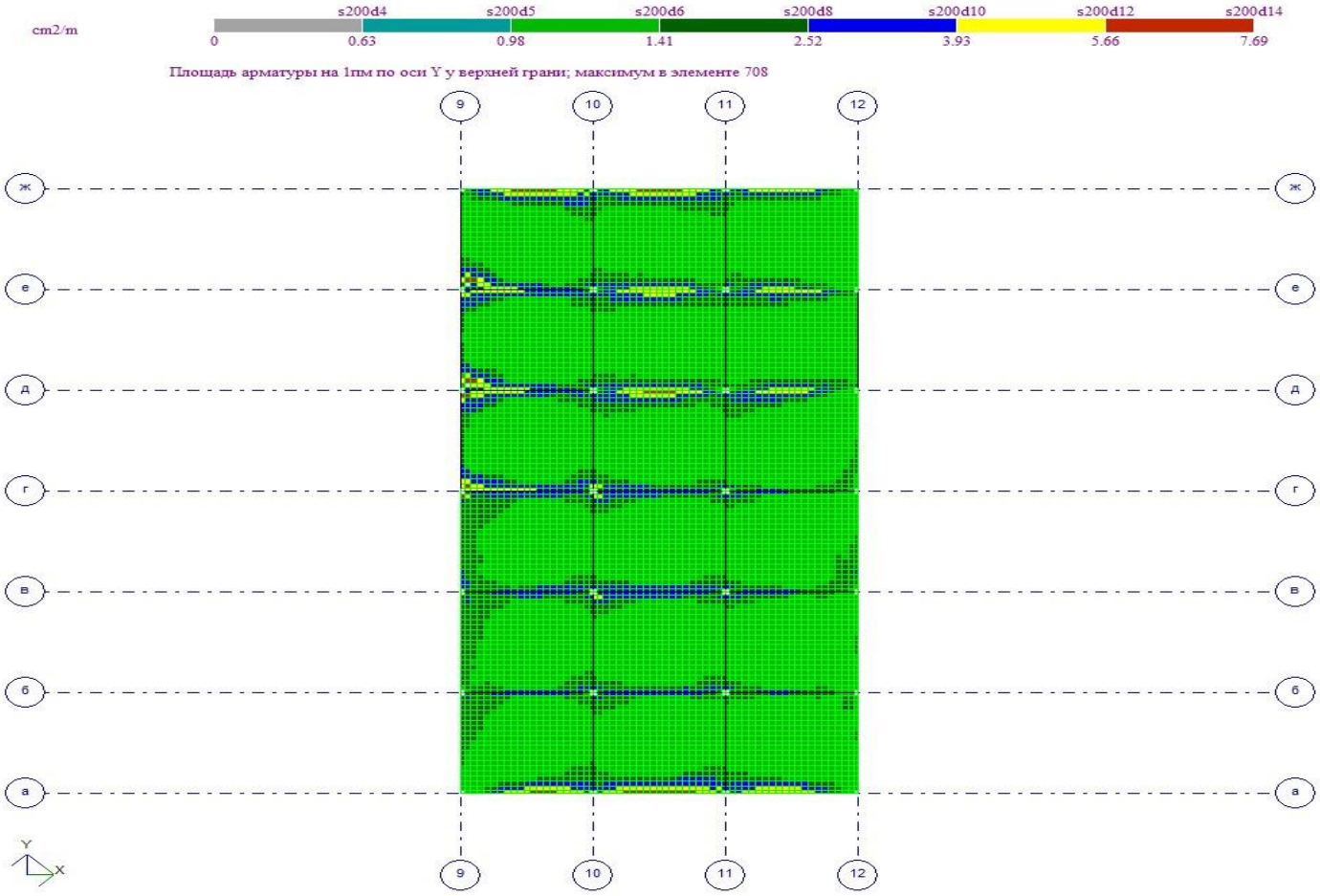
АРМИРОВАНИЕ ПЛИТ ПОКРЫТИЯ ИСечения h = 20 см.
ПЕРЕКРЫТИЯ,

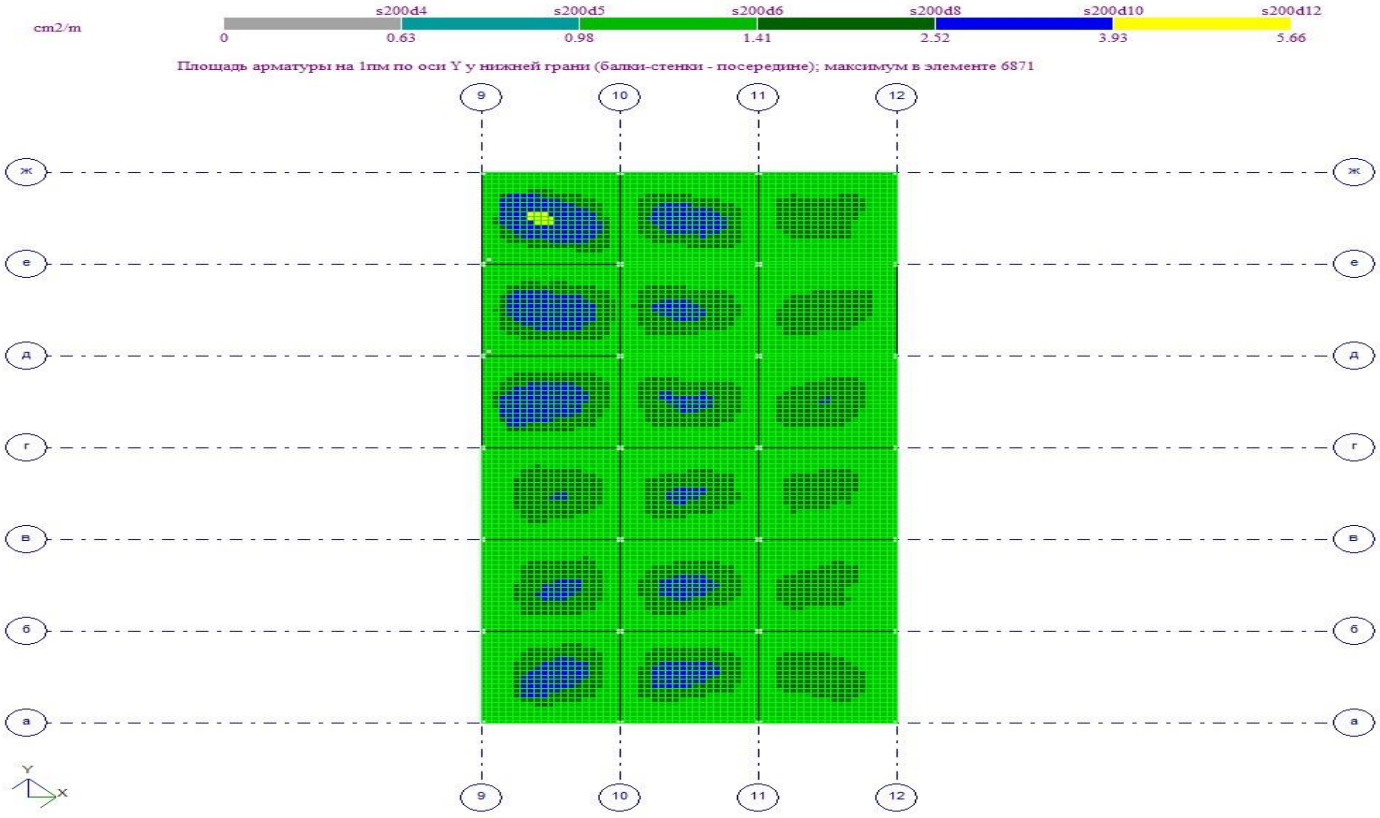
Бетон В 25. Арматура класса А III

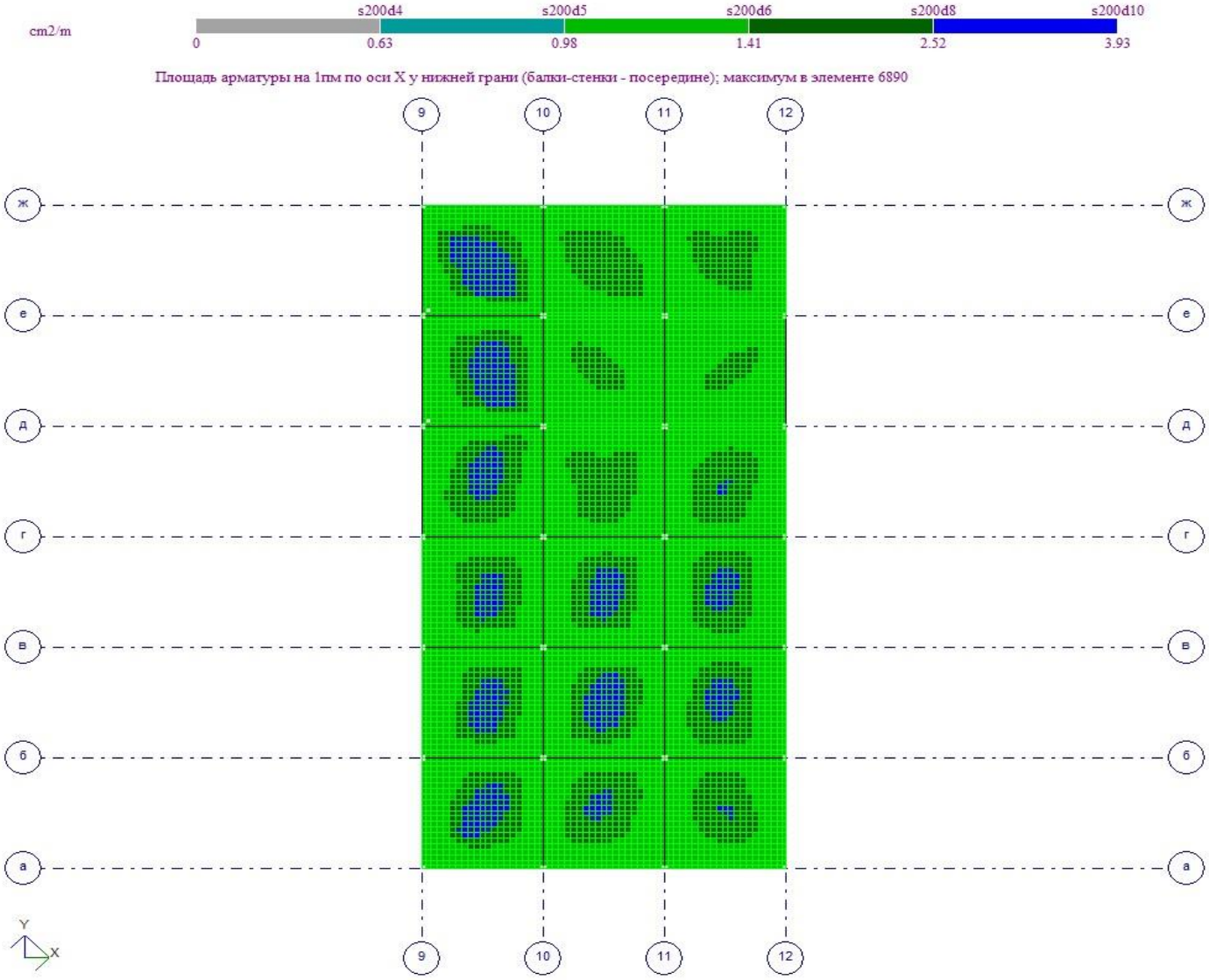
расстояние до центра тяжести арматуры - 5 см.

Плита перекрытия на отм.-4.600

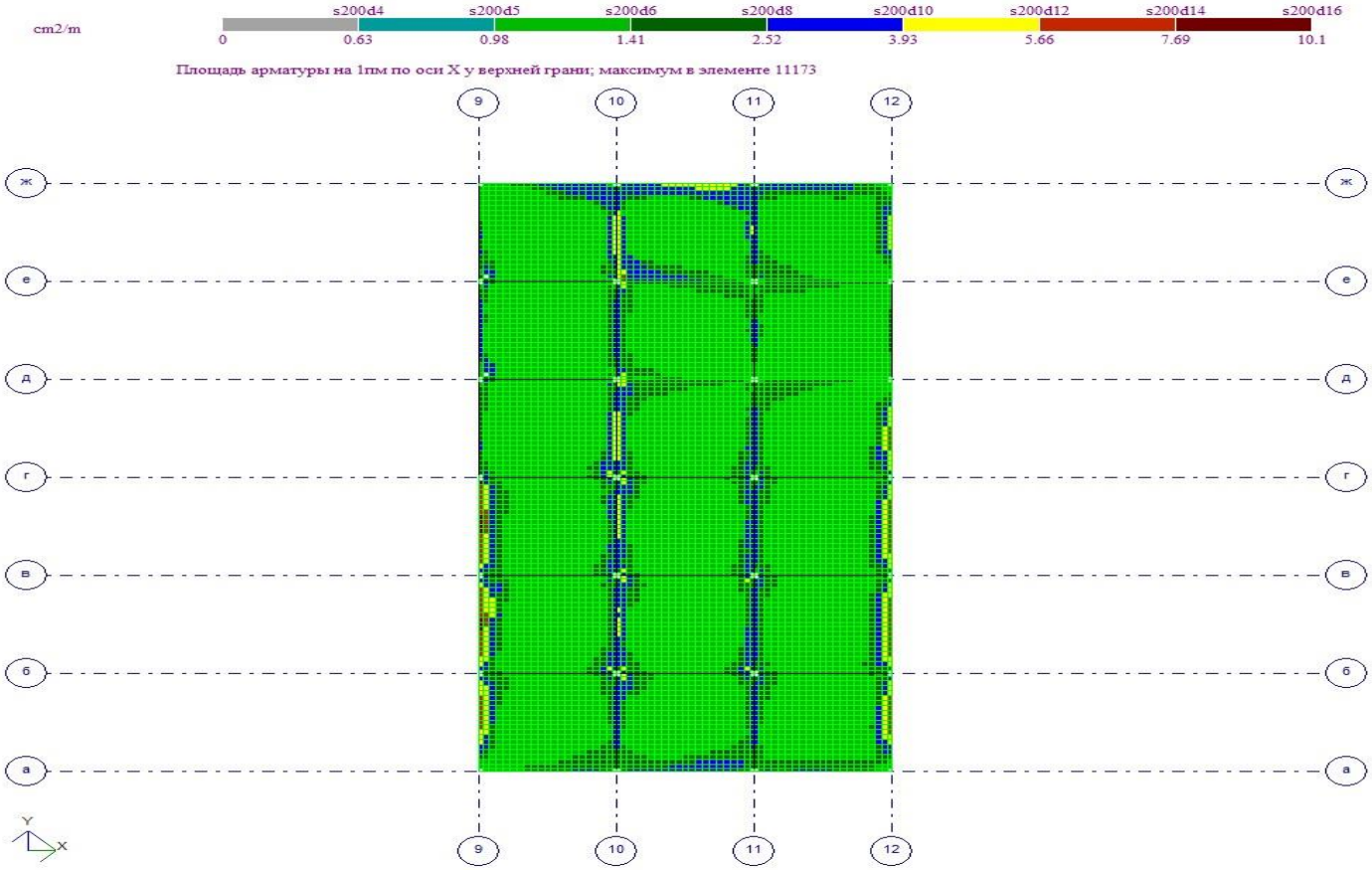

cm2/m
s200d4
s200d5
s200d6
s200d8
s200d10
s200d12
s200d14
0
0.63
0.98
1.41
2.52
3.93
5.66
7.69
Площадь арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 5392
9
10
11
12
ж
е
д
г
в
б
а
Y
X

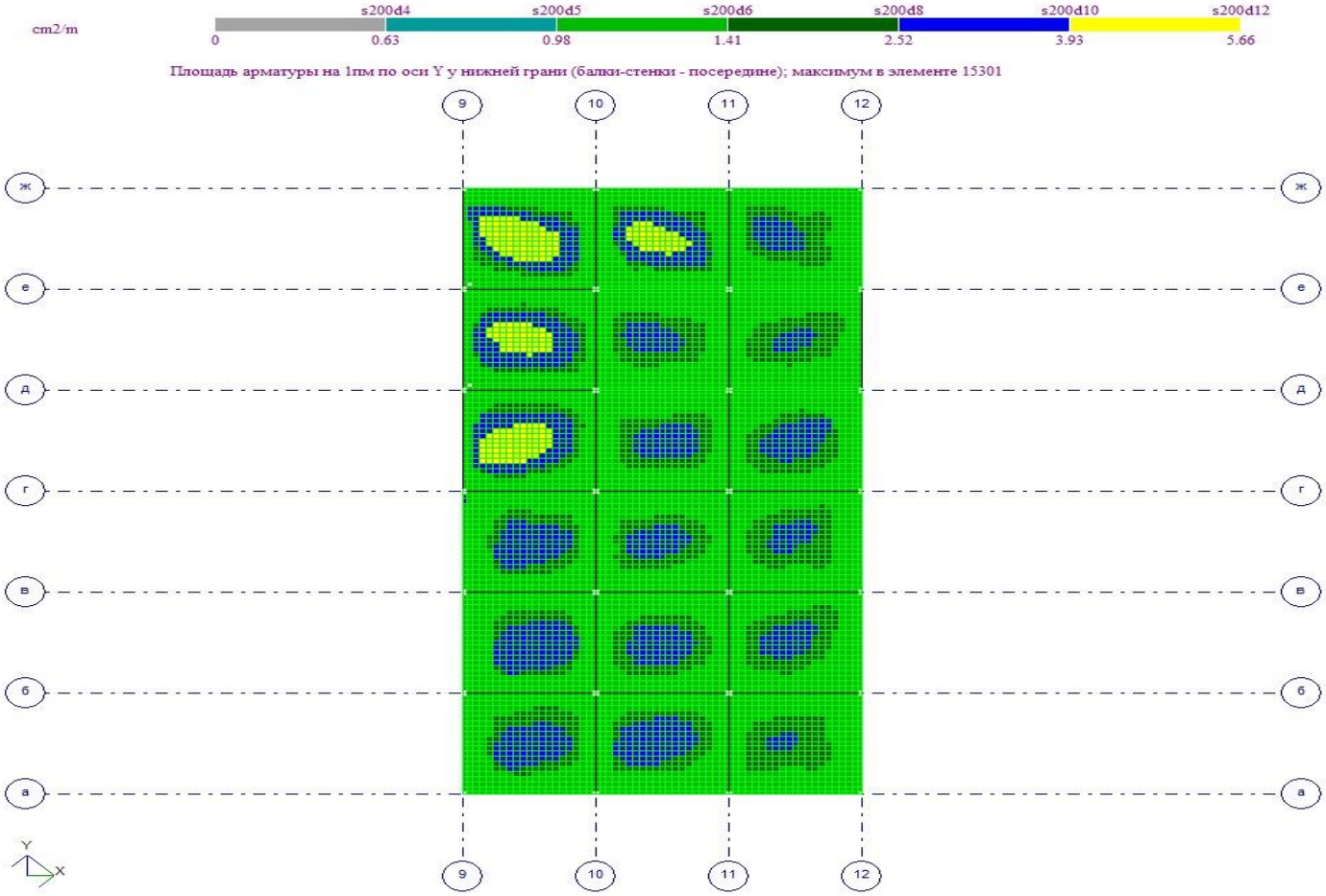

cm2/m
s200d4
s200d5
s200d6
s200d8
s200d10
s200d12
s200d14
0
0.63
0.98
1.41
2.52
3.93
5.66
7.69
Площадь арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 708
9
10
11
12
ж
е
д
г
в
б
а
Y
X

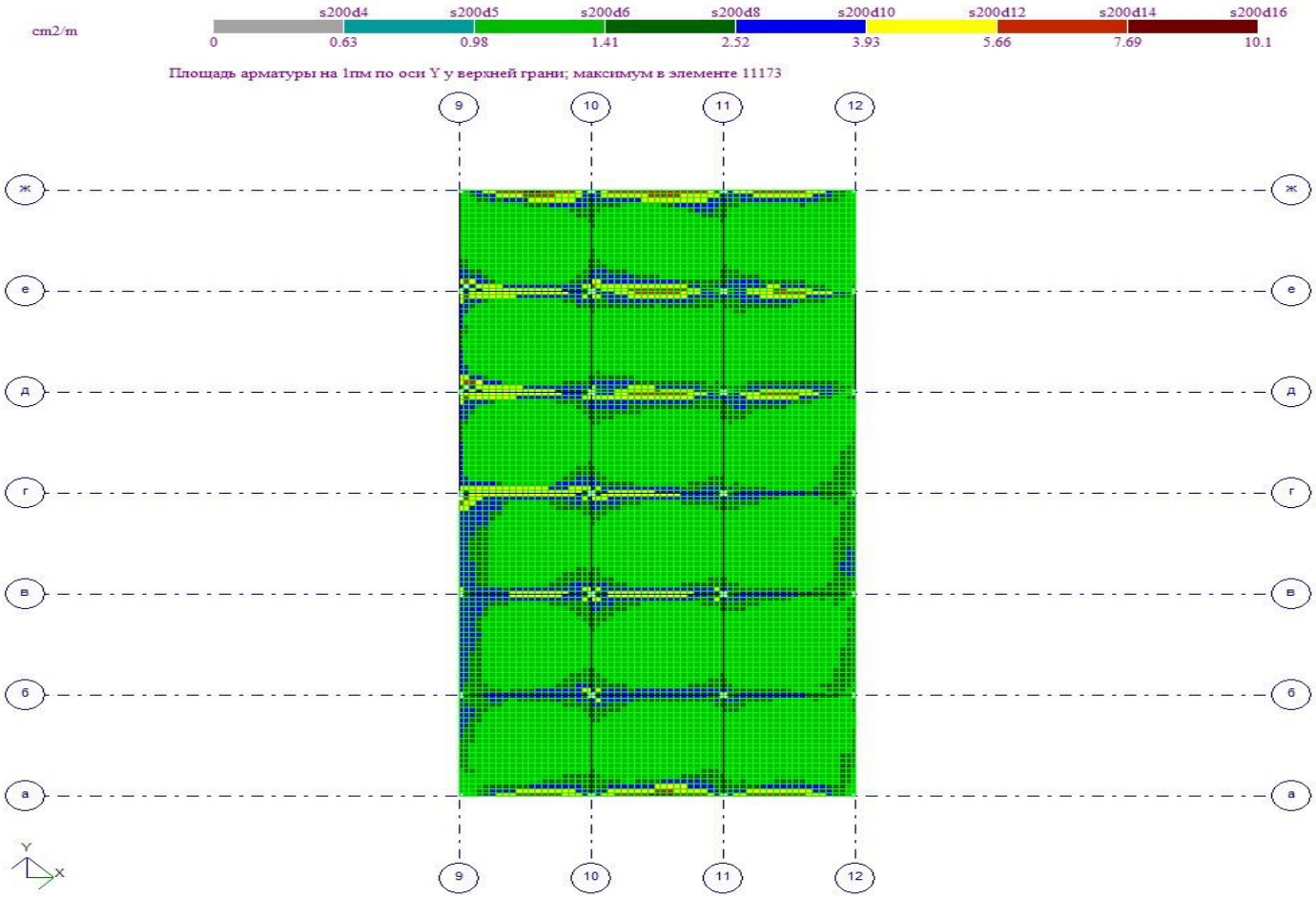

cm2/m
s200d4
s200d5
s200d6
s200d8
s200d10
s200d12
0
0.63
0.98
1.41
2.52
3.93
5.66
Площадь арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 6871
9
10
11
12
ж
е
д
г
в
б
а
Y
X

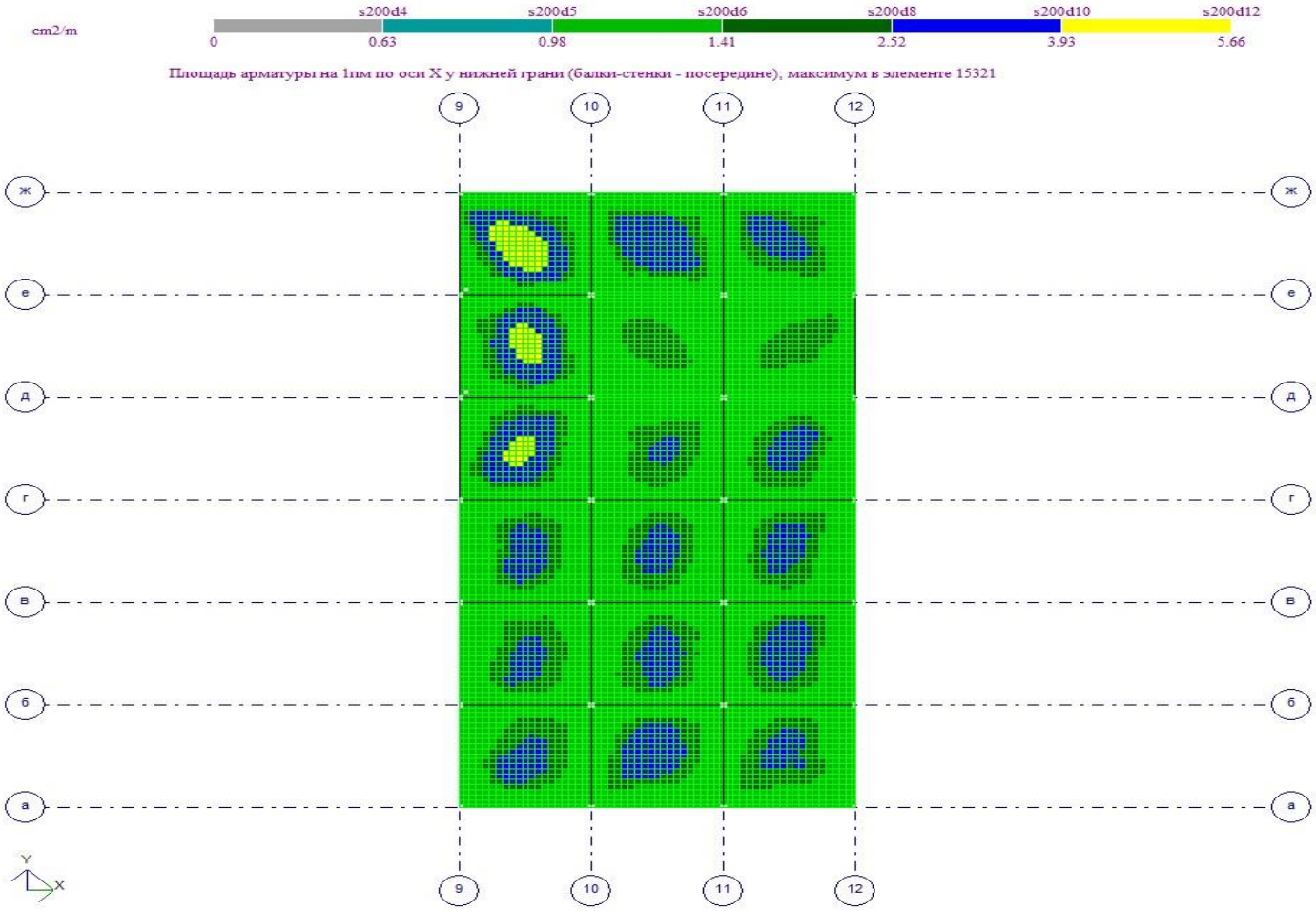

cm2/m
s200d4
s200d5
s200d6
s200d8
s200d10
0
0.63
0.98
1.41
2.52
3.93
Площадь арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 6890
9
10
11
12
ж
е
д
г
в
б
а
Y
X

Плита перекрытия на отм.-1.300






cm2/m
s200d4
s200d5
s200d6
s200d8
s200d10
s200d12
s200d14
s200d16
0
0.63
0.98
1.41
2.52
3.93
5.66
7.69
10.1
Площадь арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 11173
9
10
11
12
ж
е
д
г
в
б
а
Y
X


cm2/m
s200d4
s200d5
s200d6
s200d8
s200d10
s200d12
0
0.63
0.98
1.41
2.52
3.93
5.66
Площадь арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 15321
9
10
11
12
ж
е
д
г
в
б
а
Y
X

АРМИРОВАНИЕ БАЛОК

Сечение 40 х 50 см. ;

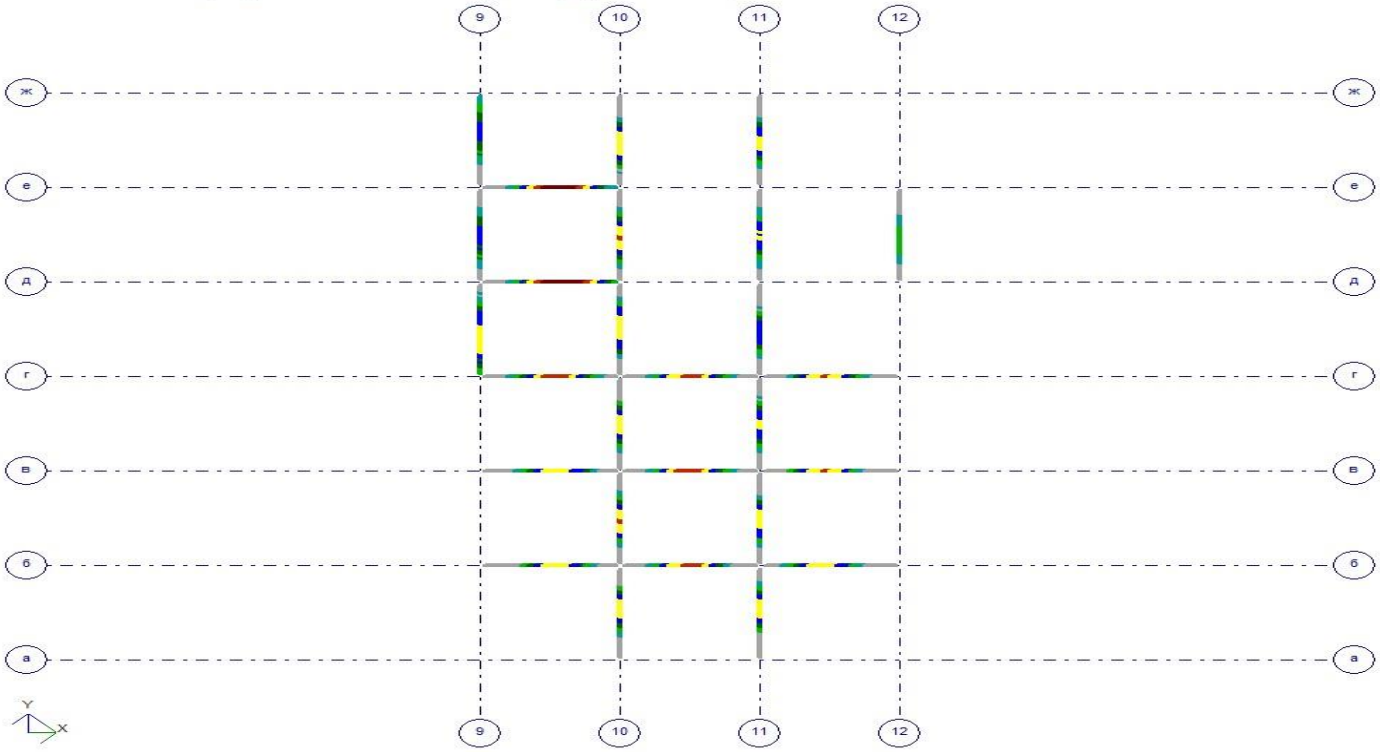
Бетон В 25. Арматура класса А III расстояние до центра тяжести арматуры 5 см.

Ригель на отм.-4.600

см2

0 0.78 1.56 2.34 3.12 3.9 4.68 5.46 6.25

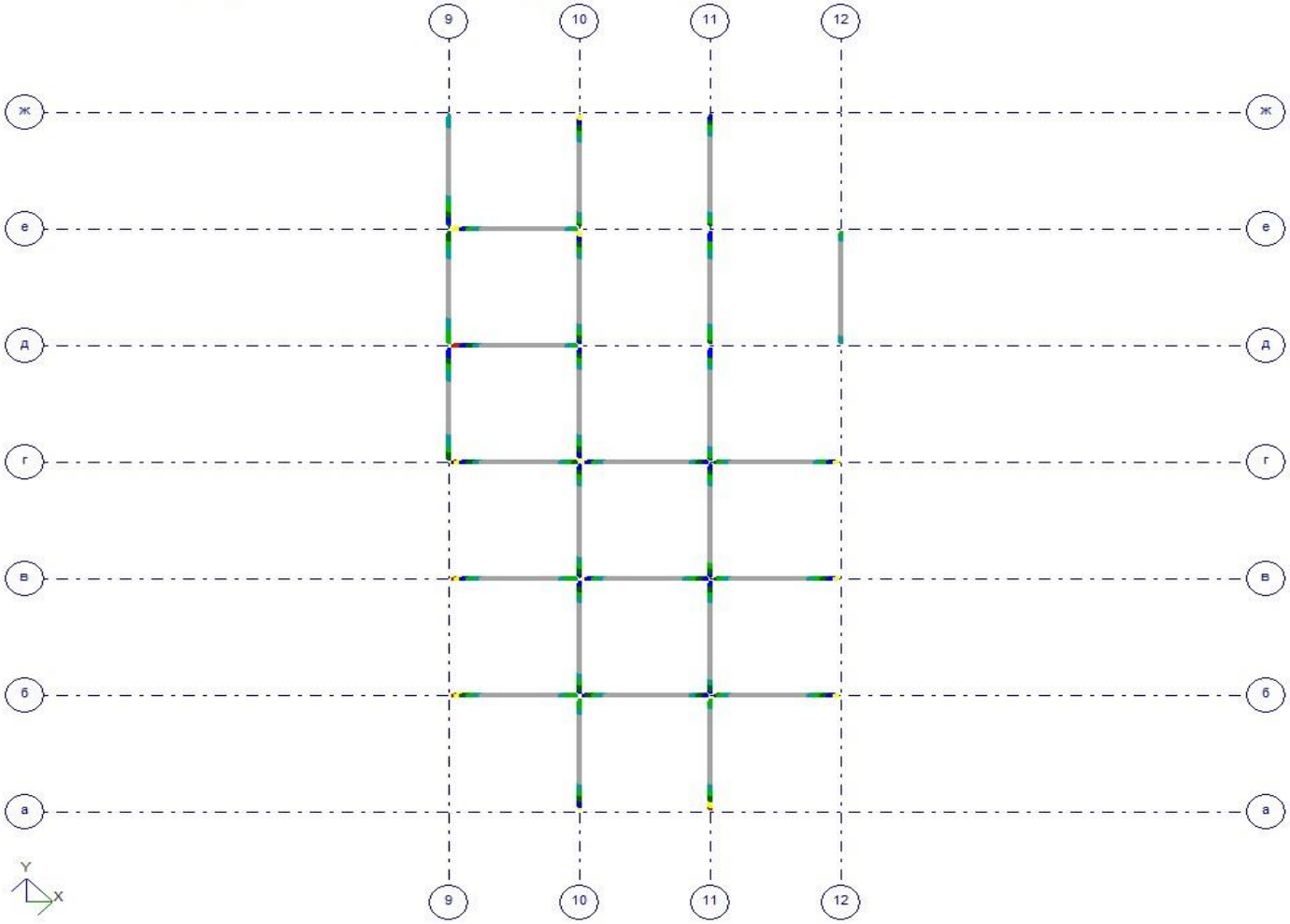
Площадь арматуры AU1 AU2 AS1 . Несимметричное армирование . Максимум 6.24 в элементе 8176.



см2

0 1.56 3.12 4.68 6.24 7.8 9.36 10.9 12.5

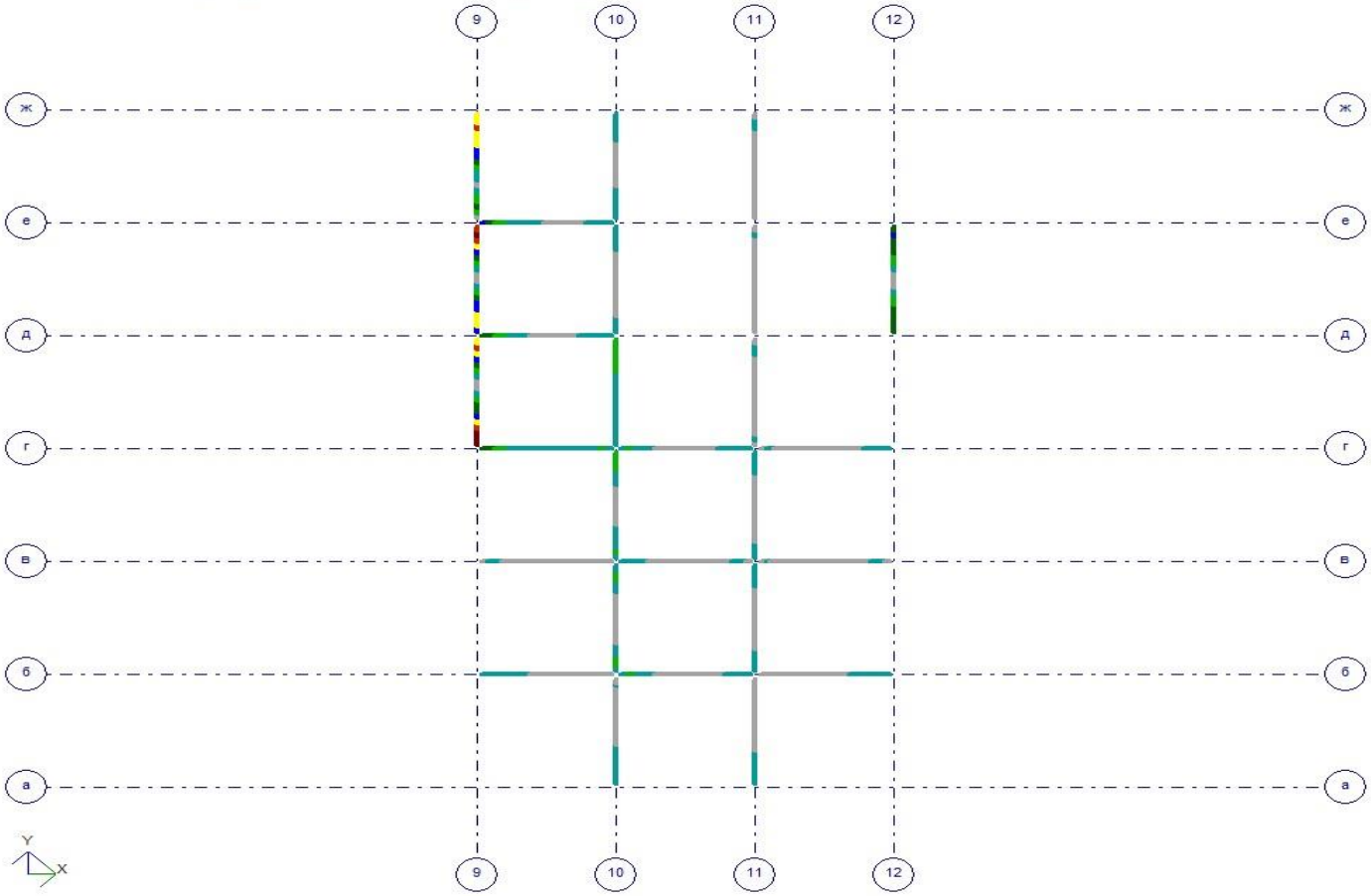
Площадь арматуры AU3 AU4 AS2 . Несимметричное армирование . Максимум 12.48 в элементе 8109.



см2

0.0684 0.744 1.42 2.09 2.77 3.44 4.12 4.79 5.47

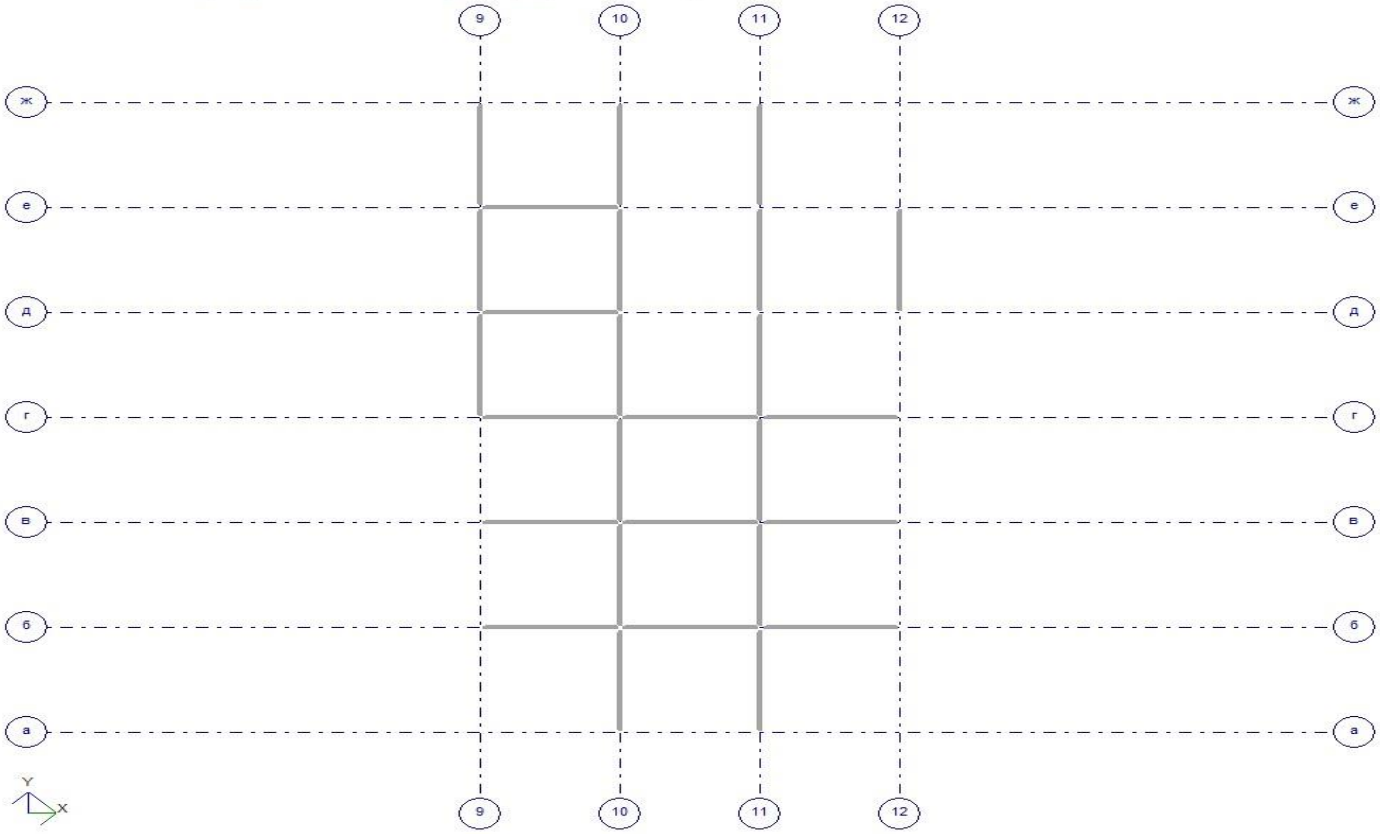
Площадь арматуры ASW1 . Шаг 100 см. Несимметричное армирование . Максимум 5.47 в элементе 8433.



см2

0 1e-005

Площадь арматуры AS3 AS4 . Несимметричное армирование . Максимум 0.00 в элементе 7995.

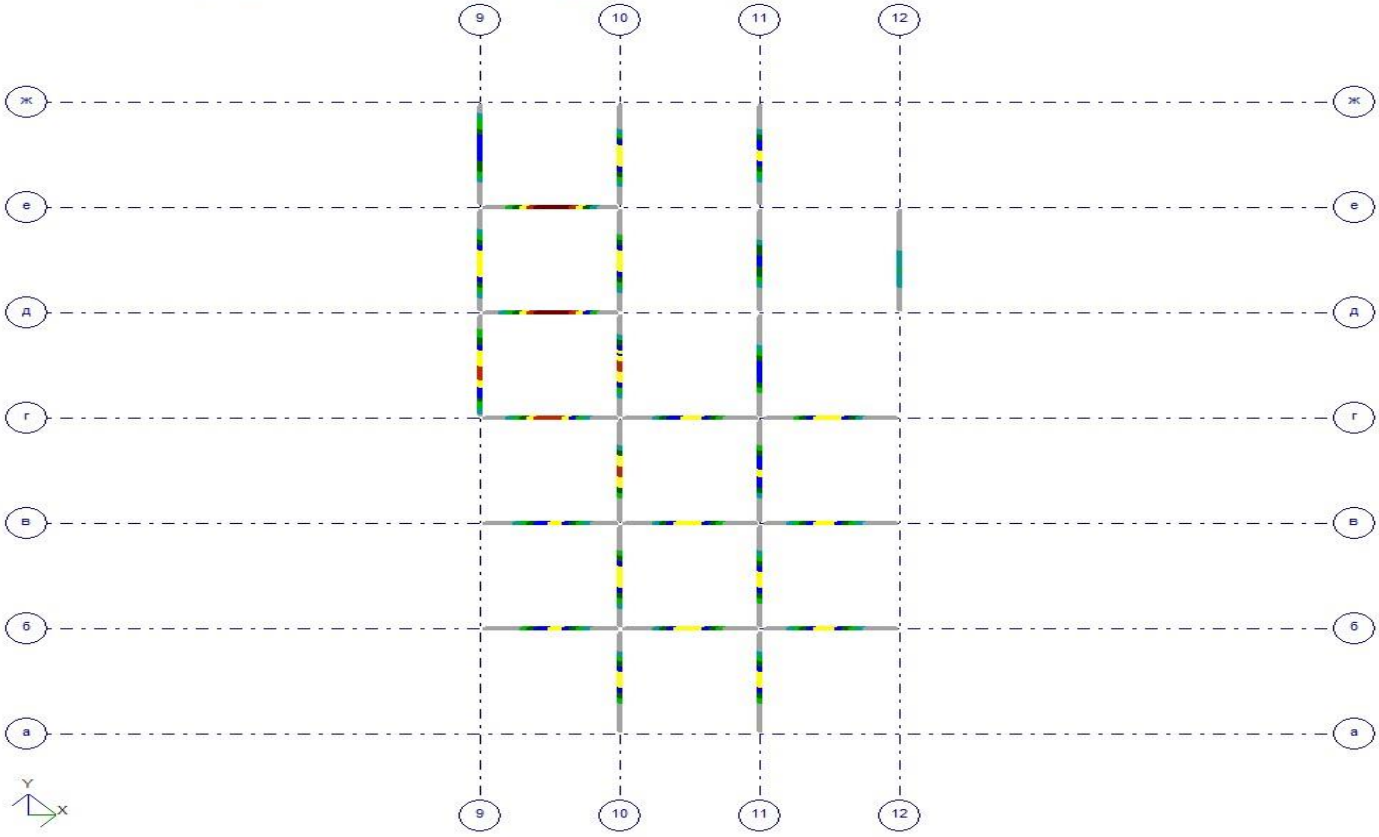


Ригель на отм.-1.300

см2

0 0.99 1.98 2.97 3.96 4.95 5.94 6.93 7.93

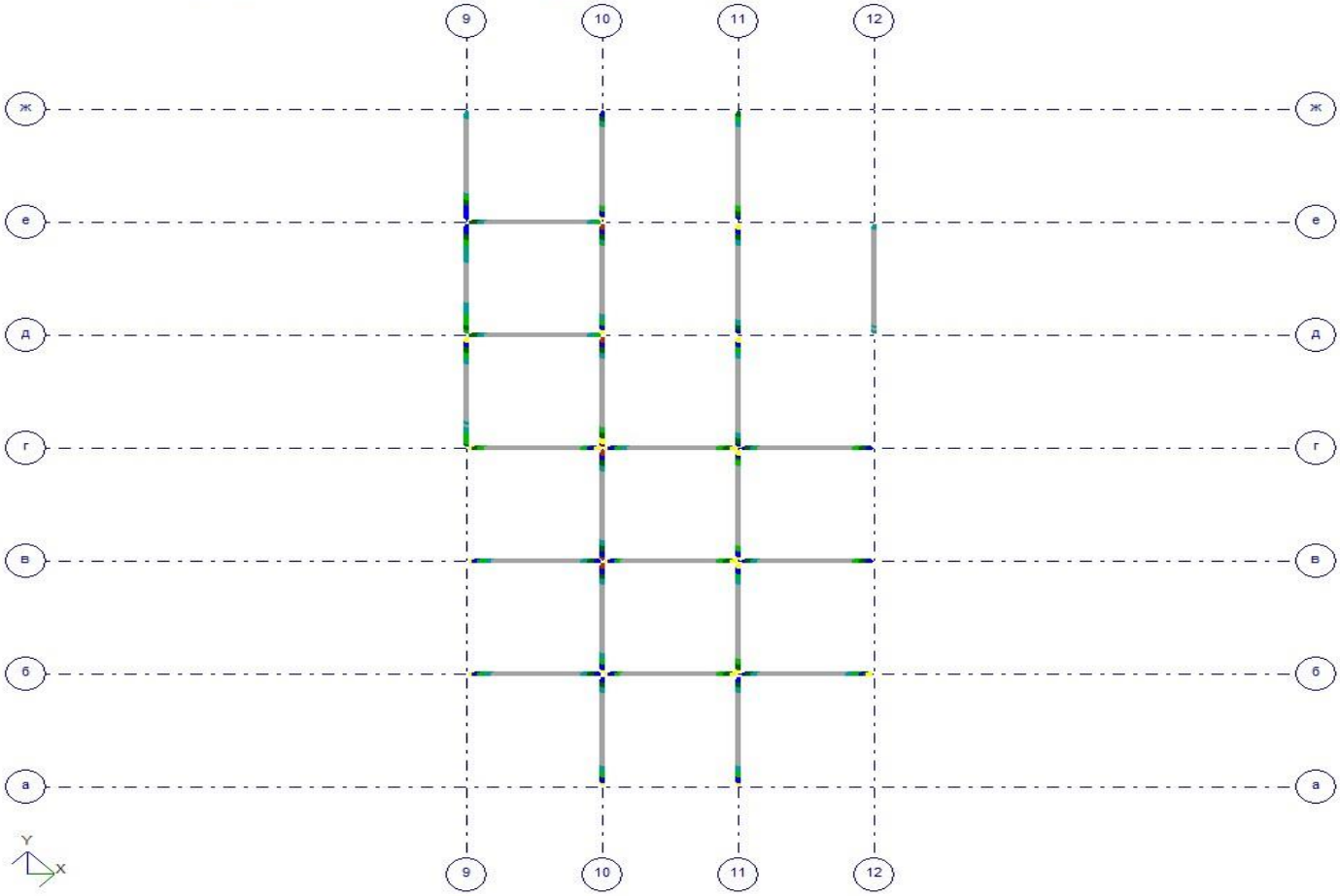
Площадь арматуры AU1 AU2 AS1 . Несимметричное армирование . Максимум 7.92 в элементе 16625.



см2

0 1.5 3 4.5 6 7.5 9 10.5 12

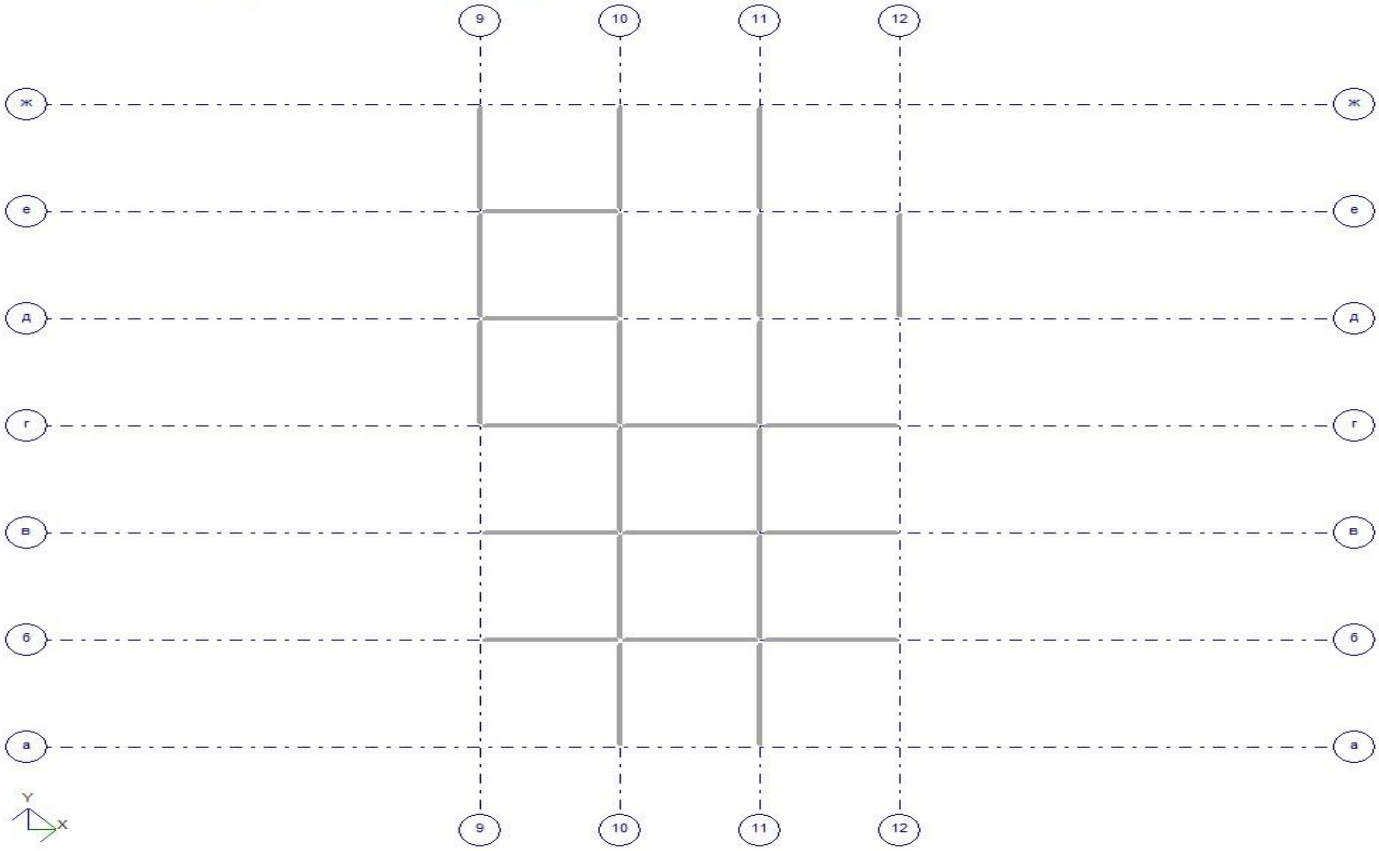
Площадь арматуры AU3 AU4 AS2 . Несимметричное армирование . Максимум 12.00 в элементе 16750.



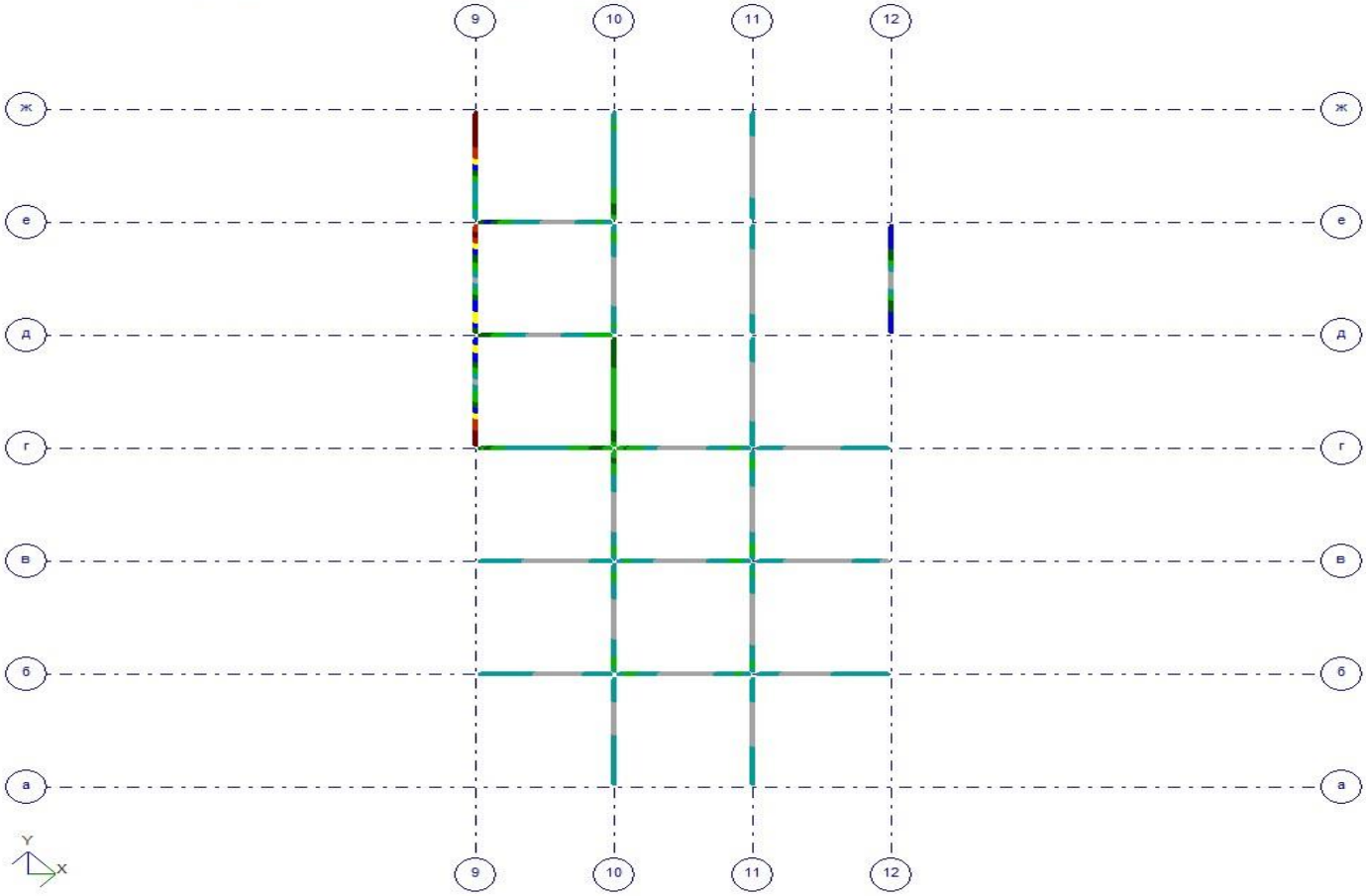
см2

0 1e-005

Площадь арматуры AS3 AS4 . Несимметричное армирование . Максимум 0.00 в элементе 16446.



см2

0.0599 0.823 1.59 2.35 3.11 3.87 4.64 5.4 6.17

Площадь арматуры ASW1 . Шаг 100 см. Несимметричное армирование . Максимум 6.16 в элементе 16884.