



ООО «РЕМБЕТОН»

105120, г. Москва, вн. тер. г. Муниципальный округ Басманный, ул. Нижняя Сыромятническая, д. 11, корпус Б, этаж/помещение 7/4

Email: info@rembeton.ru Тел. 8 (495) 744-65-11 ОКПО 99159007, ОГРН 1075053000747, ИНН 5053050332, КПП 770901001

Экземпляр № _____

«Здание гаражного комплекса ГСК «АВТОДОМ» расположенного по адресу: г. Москва, г. Щербинка, ул. Новостроевская, д.8»

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Усиление несущих конструкций

1УМ-05-22-1-РД-КР.ПЗ

Расчет элементов конструкций здания гаражного комплекса



г. Москва

2022



ООО «РЕМБЕТОН»

105120, г. Москва, вн. тер. г. Муниципальный округ Басманный, ул. Нижняя Сыромятническая, д. 11, корпус Б, этаж/помещение 7/4

Email: info@rembeton.ru Тел. 8 (495) 744-65-11 ОКПО 99159007, ОГРН 1075053000747, ИНН 5053050332, КПП 770901001

«Здание гаражного комплекса ГСК «АВТОДОМ» расположенного по адресу: г. Москва, г. Щербинка, ул. Новостроевская, д.8»

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Усиление несущих конструкций

1УМ-05-22-1-РД-КР.ПЗ

Расчет элементов конструкций здания гаражного комплекса

Директор

А.В. Селезнев

Начальник проектного отдела

В.И. Макагонов

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

г. Москва
2022

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ЗУМ-09-19-4.1-РД-01-КЖ1.ПЗ

Лист

2

Оглавление

Введение	4
1 Описание объекта	5
2 Расчетная схема	9
3 Нагрузки	11
4 Результаты расчета	14
5 Выводы	49

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ЗУМ-09-19-4.1-РД-01-КЖ1.ПЗ

Лист

3

Введение

Настоящим отчетом выдается расчетное обоснование части здания гаражного комплекса ГСК «Автодом», расположенного по адресу: г. Москва, г. Щербинка, ул. Новостроевская, дом 8.

В данном расчете приведены обоснования проектных решений реконструкции части здания, которая была подвержена пожару.

Исходными данными для проектирования является «Техническое заключение по обследованию части здания гаражного комплекса после пожара г. Москва, г. Щербинка, ул. Новостроевская, дом 8 здание гаражного комплекса ГСК «Автодом»», выполненное ООО «Рембетон» в 2021 г.

В соответствии с №190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» и ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» здание гаражного комплекса относится к классу сооружений КС-2 с нормальным уровнем ответственности, коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n=1,0$.

Расчет выполнен в вычислительном комплексе SCAD. SCAD реализован как интегрированная система прочностного анализа и проектирования конструкций на основе метода конечных элементов. В комплексе реализован подбор арматуры в сечениях элементов железобетонных конструкций для стержневых и пластинчатых элементов по предельным состояниям первой и второй группы.

1 Описание объекта

Здание гаражного комплекса ГСК «Автодом» трехэтажное габаритами 154x24 м в осях в плане и высотой 8,7 м. Здание разделено температурными швами на 3 блока длиной 54 м в осях 1-10, длиной 39 м в осях 11-17 и длиной 60 м в осях 18-28. Конструктивная схема здания – жесткая, с полным монолитным каркасом: колонны, стены лестничных клеток и безбалочные безкапитальные перекрытия. Железобетонные колонны сечением 300x500 мм по осям Б и В и 300x400 мм по осям А/1, А и Г, перекрытия толщиной 200 мм. Покрытие пола в здании из асфальтобетона

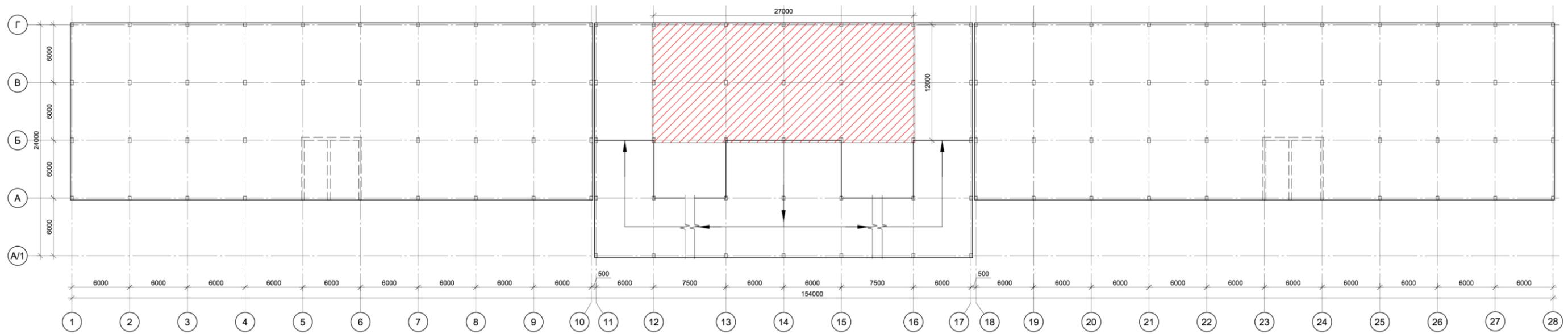
Кровля блоков в осях 1-10 и 18-28 – плоская, покрытие кровли – асфальтобетон. Кровля блока в осях 11-17 – двускатная, выполнена по стальным стропильным балкам, покрытие из профнастила. Наружные стены из металлического профлиста по каркасу и монолитные железобетонные в районе лестничных клеток.

Пространственная жесткость здания обеспечивается сопряжением перекрытий с колоннами, стенами лестничных клеток.

Во время пожара значительно пострадал центральный блок в осях 11-17 и частично блок в осях 18-28. Проектом реконструкции предусматривается демонтаж поврежденных участков перекрытия с последующим восстановлением перекрытия и усиление колонн в зоне повреждения. Схема демонтажа участков перекрытий приведены на рисунках 1.1-1.3.

На основании технического заключения об обследовании, бетон всех несущих конструкций принят класса В15, арматура класса А500.

Схема демонтажа плиты перекрытия над 1 этажом

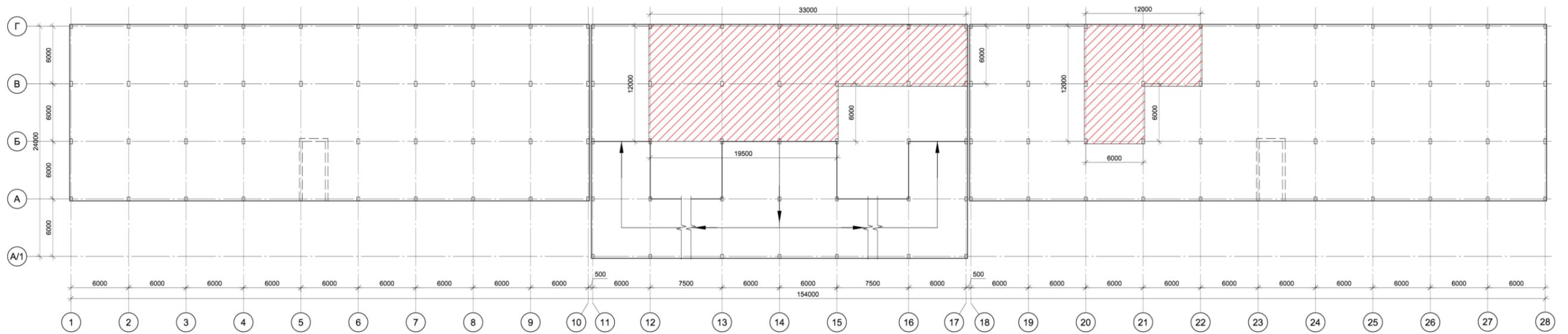


Условные обозначения:

 - участок плиты со значительными поражениями после пожара и подлежащий замене при реконструкции

Рисунок 1.1 – Схема демонтажа перекрытия над 1 этажом

Схема демонтажа плиты перекрытия над 2 этажом

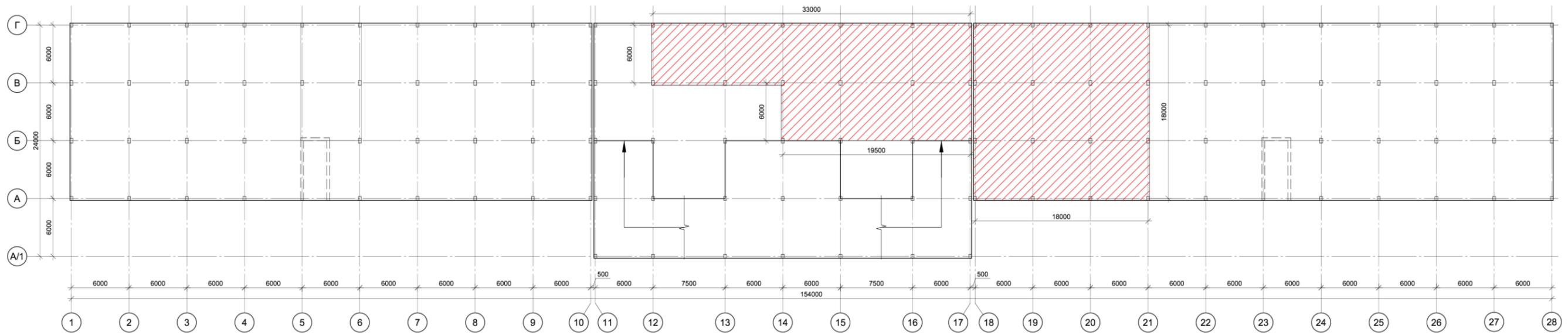


Условные обозначения:

 - участок плиты со значительными поражениями после пожара и подлежащий замене при реконструкции

Рисунок 1.2 – Схема демонтажа перекрытия над 2 этажом

Схема демонтажа плиты перекрытия над 3 этажом



Условные обозначения:

 - участок плиты со значительными поражениями после пожара и подлежащий замене при реконструкции

Рисунок 1.3 – Схема демонтажа перекрытия над 3 этажом

2 Расчетная схема

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей.

Расчетная схема характеризуется следующими параметрами:

Количество узлов – 11431;

Количество конечных элементов – 12468;

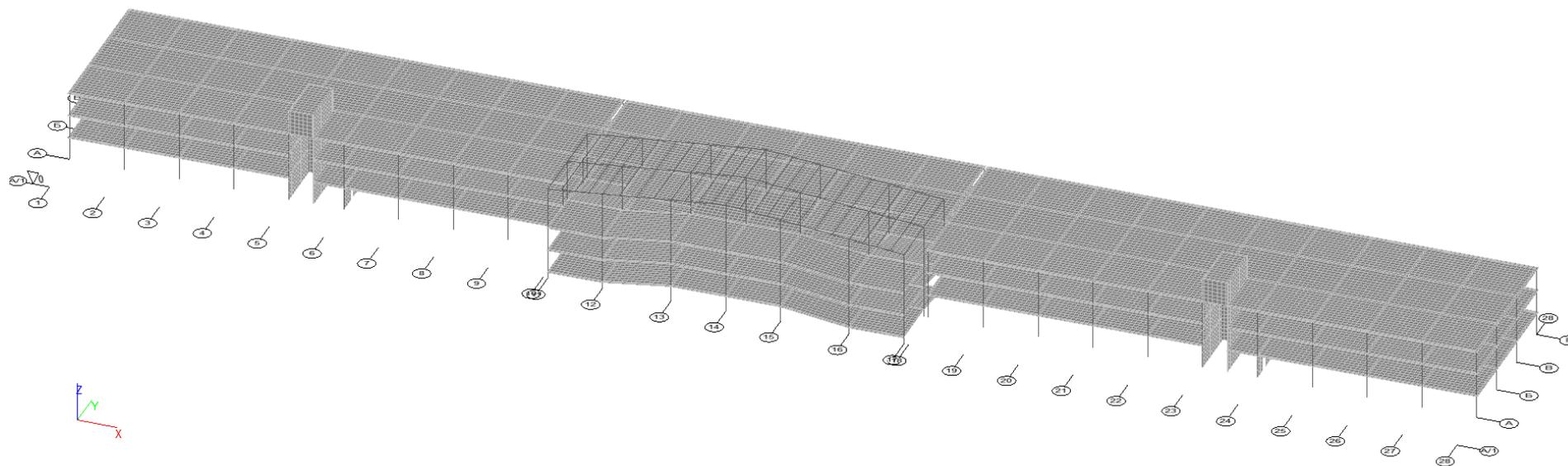


Рисунок 2.1 – Конечно-элементная модель здания

Возможные перемещения узлов конечно-элементной расчетной схемы ограничены внешними связями, запрещающими некоторые из этих перемещений. Все колонны расчетной схемы жестко заземлены в уровне верха фундамента.

Точки примыкания конечного элемента к узлам (концевые сечения элементов) имеют одинаковые перемещения с указанными узлами.

В расчетную схему включены конечные элементы следующих типов:

1. Стержневые конечные элементы, для которых предусмотрена работа по обычным правилам сопротивления материалов. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой ось $X1$ ориентирована вдоль стержня, а оси $Y1$ и $Z1$ — вдоль главных осей инерции поперечного сечения.

2. Конечные элементы оболочек, геометрическая форма которых на малом участке элемента является плоской (она образуют многогранник, вписанный в действительную криволинейную форму срединной поверхности оболочки). Для этих элементов, в соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма перемещений внутри элемента приближенно представлена упрощенными зависимостями. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой оси $X1$ и $Y1$ расположены в плоскости элемента и ось $X1$ направлена от первого узла ко второму, а ось $Z1$ ортогональна поверхности элемента.

3 Нагрузки

Нагрузки в расчете приняты на основании СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» и СП 296.1325800.2017 «Здания и сооружения. Особые воздействия».

Собственный вес железобетонных конструкций

Нагрузка от собственного веса железобетонных конструкций определяется автоматически в зависимости от геометрических размеров сечений элементов в программном комплексе SCAD.

Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f=1,1$

Нагрузка от полов и покрытия

Полы и состав покрытия после демонтажа приняты из асфальтобетона толщиной 100 мм, коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f=1,1$:

$$q_n=0,1 \cdot 2,0=0,2 \text{ т/м}^2;$$

$$q_p=0,2 \cdot 1,1=0,22 \text{ т/м}^2;$$

Нагрузка от транспортных средств

Нагрузка от транспортных средств принята в соответствии с п.8.4 СП 20.13330.2016, коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f=1,2$:

Нагрузка по площади парковки:

$$q_n=3,5 \text{ кПа}=0,36 \text{ т/м}^2;$$

$$q_p=0,36 \cdot 1,2=0,43 \text{ т/м}^2;$$

Нагрузка на пандусы и подъездные пути:

$$q_n=5,0 \text{ кПа}=0,51 \text{ т/м}^2;$$

$$q_p=0,51 \cdot 1,2=0,61 \text{ т/м}^2;$$

Снеговая нагрузка

Рассматриваемый объект располагается в III снеговом районе в соответствии с СП 20.13330.2016, коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f=1,4$:

$$S_0=1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,15=0,15 \text{ т/м}^2;$$

$$S=0,15 \cdot 1,4=0,21 \text{ т/м}^2;$$

Ветровая нагрузка

Рассматриваемый объект располагается в I ветровом районе в соответствии с СП 20.13330.2016, коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f=1,4$.

Таблица 1 - Аэродинамические коэффициенты для стен прямоугольных в плане зданий

Боковые стены			Наветренная стена	Подветренная стена
Участки				
A	B	C	D	E
-1,0	-0,8	-0,5	0,8	-0,5

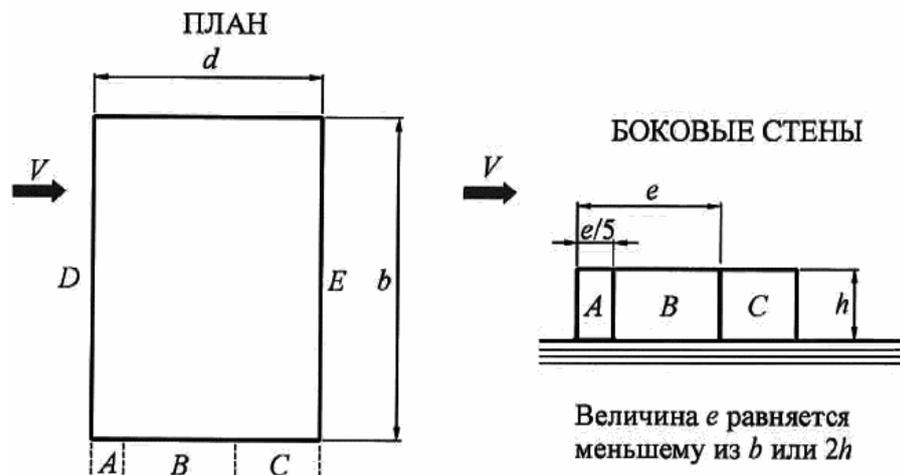


Рисунок 3.1 – Схема участков для прямоугольных в плане зданий

Коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты $k=0,65$ при типе местности В и высоте здания 10 м.

Средняя составляющая ветровой нагрузки:

Участок D:

$$q_n=0,023 \cdot 0,65 \cdot 0,8=0,012 \text{ т/м}^2;$$

$$q_p=0,012 \cdot 1,4=0,017 \text{ т/м}^2;$$

Участок E:

$$q_n=0,023 \cdot 0,65 \cdot 0,5=0,007 \text{ т/м}^2;$$

$$q_p=0,007 \cdot 1,4=0,01 \text{ т/м}^2;$$

Участок A:

$$\text{Ширина участка } e/5=18/5=3,6 \text{ м};$$

$$q_n=0,023 \cdot 0,65 \cdot 1=0,015 \text{ т/м}^2;$$

$$q_p=0,015 \cdot 1,4=0,021 \text{ т/м}^2;$$

Участок В:

Ширина участка $4 \cdot e/5 = 4 \cdot 18/5 = 14,4$ м;

$q_n = 0,023 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,012$ т/м²;

$q_p = 0,012 \cdot 1,4 = 0,017$ т/м²;

Участок С:

$q_n = 0,023 \cdot 0,65 \cdot 0,5 = 0,007$ т/м²;

$q_p = 0,007 \cdot 1,4 = 0,01$ т/м²;

Пульсационная составляющая ветровой нагрузки:

Пульсационная составляющая ветровой нагрузки определяется автоматически в программном комплексе SCAD.

Ударная нагрузка

Особая нагрузка от удара транспортных средств принята в соответствии СП 296.1325800.2017, коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,0$.

Сосредоточенная нагрузка в направлении движения:

$R_n = 50$ кН = 5,1 т;

$R_p = 5,1 \cdot 1,0 = 5,1$ т;

Таблица 2 – Сбор нагрузок

№ п/п	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Норматив. значение	Коэф. надежности	Расчетное значение
1	Собственный вес железобетонных конструкций	т/м ³	2,5	1,1	2,75
2	Нагрузка от полов и покрытия	т/м ²	0,2	1,1	0,22
3	Нагрузка от транспортных средств	т/м ²	0,36/0,51	1,2	0,43/61
4	Снеговая нагрузка	т/м ²	0,15	1,4	0,21
5	Ветровая нагрузка*	т/м ²	0,012	1,4	0,017
6	Ударная нагрузка	т	5,1	1,0	5,1

* - приведено значение средней составляющей ветровой нагрузки для участка D.

4 Результаты расчета

По результатам расчета получено требуемое армирование для железобетонных колонн и вновь возводимых участков перекрытия. Подбор арматуры выполняется с учетом требований по трещиностойкости. Также по результатам расчета получен максимальный прогиб вновь возводимых участков перекрытия.

Направление армирования плиты вдоль осей X и Y совпадает с направлением глобальных осей X и Y. Подбор продольной арматуры колонн выполняется по симметричной схеме в соответствии с рисунком 4.

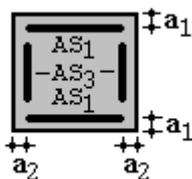


Рисунок 4 – Схема расположения продольной арматуры колонн

Согласно предварительному расчету колонн в зоне пожара было выявлено, что размеры сечений колонн не обеспечивают прочность при действии поперечных сил.

Результат выполнения операции	
	Сечение №1 Размеры сечения не обеспечивают прочность бетона при действии: Qz, Qy. Конструктивная группа/элемент: Колонны. Элементы: 40 41 43 44 r 48 2 49 50 52 53 57 58 62 71 72 76 17593 17605
	Сечение №2 Размеры сечения не обеспечивают прочность бетона при действии: Qz, Qy. Конструктивная группа/элемент: Колонны. Элементы: 40 41 43 44 r 48 2 49 50 52 53 57 58 71 72 76 17593 17605
	Сечение №3 Размеры сечения не обеспечивают прочность бетона при действии: Qz, Qy. Конструктивная группа/элемент: Колонны. Элементы: 40 41 43 44 r 48 2 49 50 52 53 57 58 72 76 17593
	Сечение №3 Размеры сечения не обеспечивают прочность бетона при действии: Qz. Конструктивная группа/элемент: Колонны. Элементы: 17605

Рисунок 4.1 – Информационное окно о результатах расчета колонн в зоне пожара

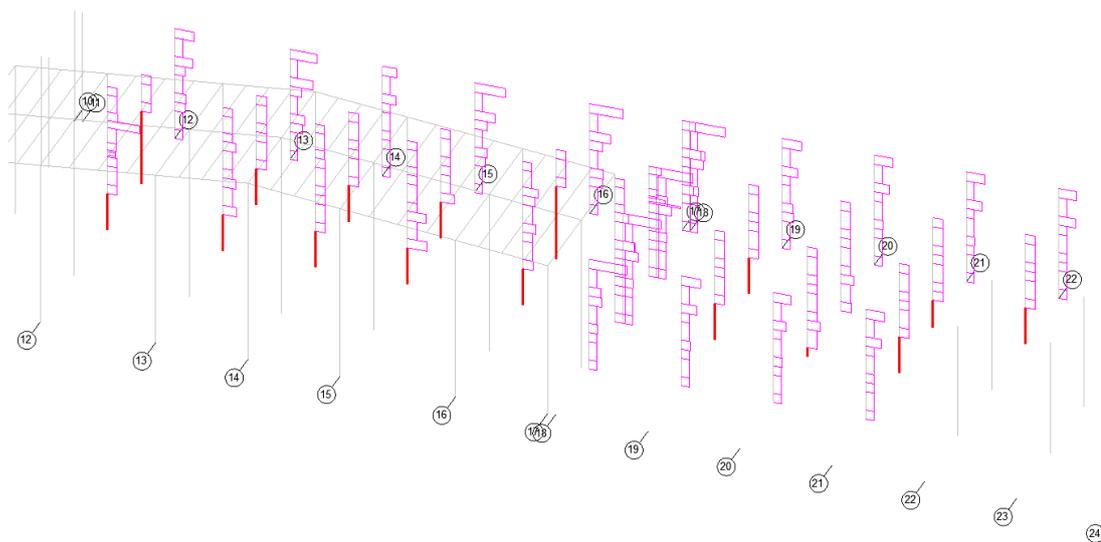


Рисунок 4.2 – Результаты предварительного расчета колонн в зоне пожара (красным обозначены колонны, размеры сечений которых не обеспечивают прочность)

На основании предварительного расчета сечения колонн в зоне пожара увеличены на всю высоту здания. Сечения колонн после реконструкции см. таблицу 4.1, схему расположения усиливаемых колонн см. рисунок 4.3

Таблица 4.1 – Сечения усиливаемых колонн

№ п/п	Марка колонны	Сечение колонны до реконструкции, мм	Сечение колонны после реконструкции, мм
1	К1	300x500	460x660
2	К2	300x400	460x560
3	К3 и К7	300x500	500x700
4	К4	300x400	500x600
5	К5	300x400	380x560
6	К6 и К8	300x500	380x660

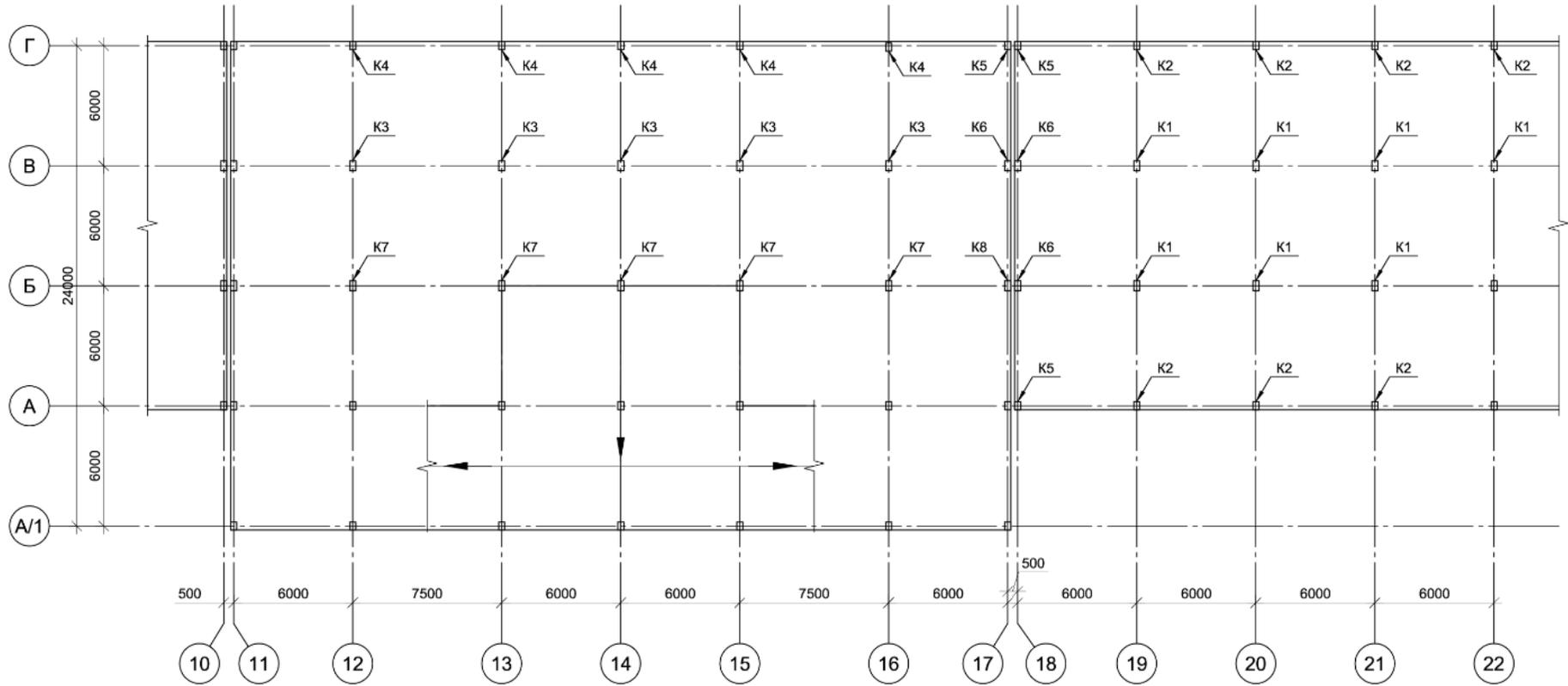


Рисунок 4.3 – Схема расположения усиляемых колонн

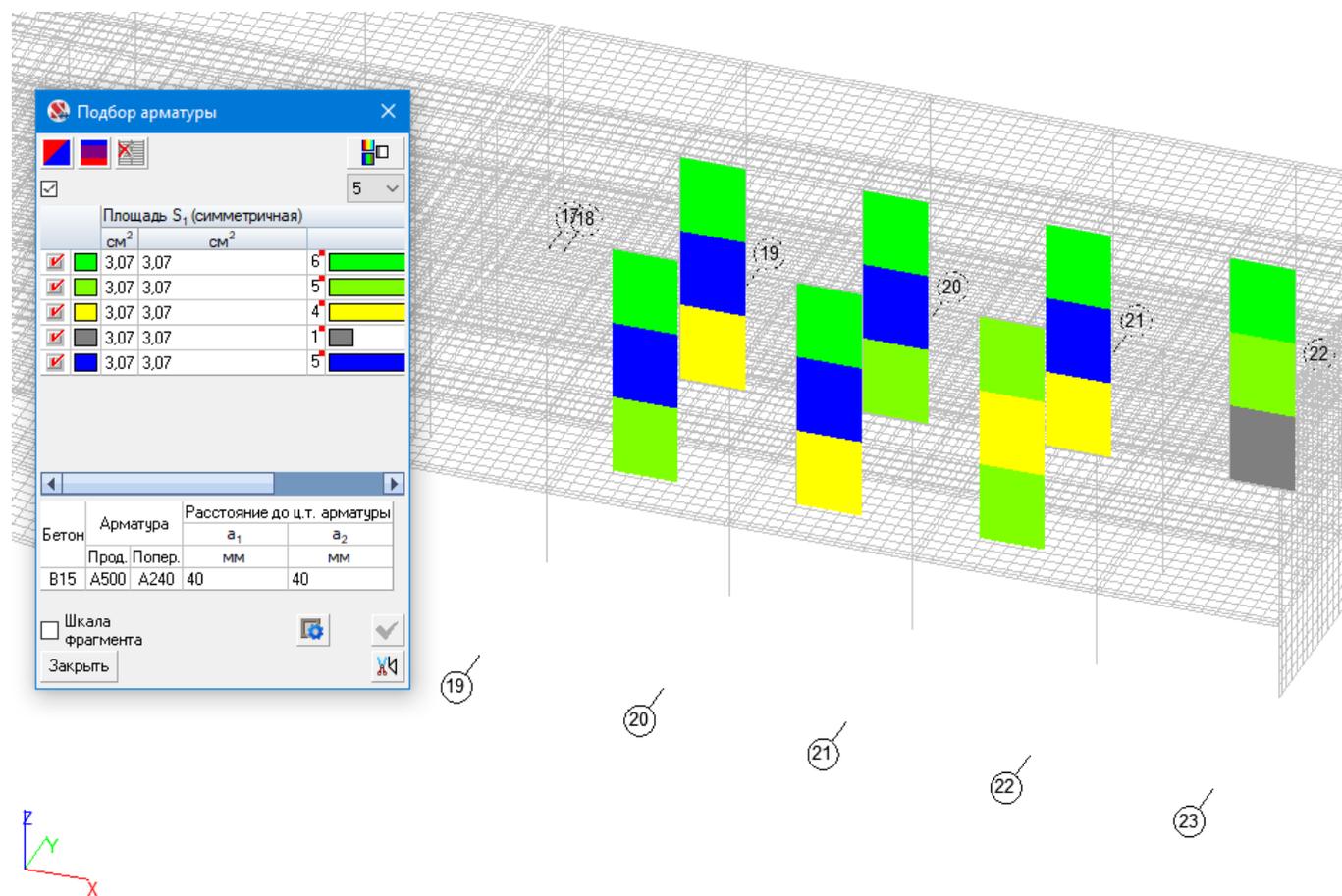


Рисунок 4.4 – Колонны К1. Продольное армирование AS1

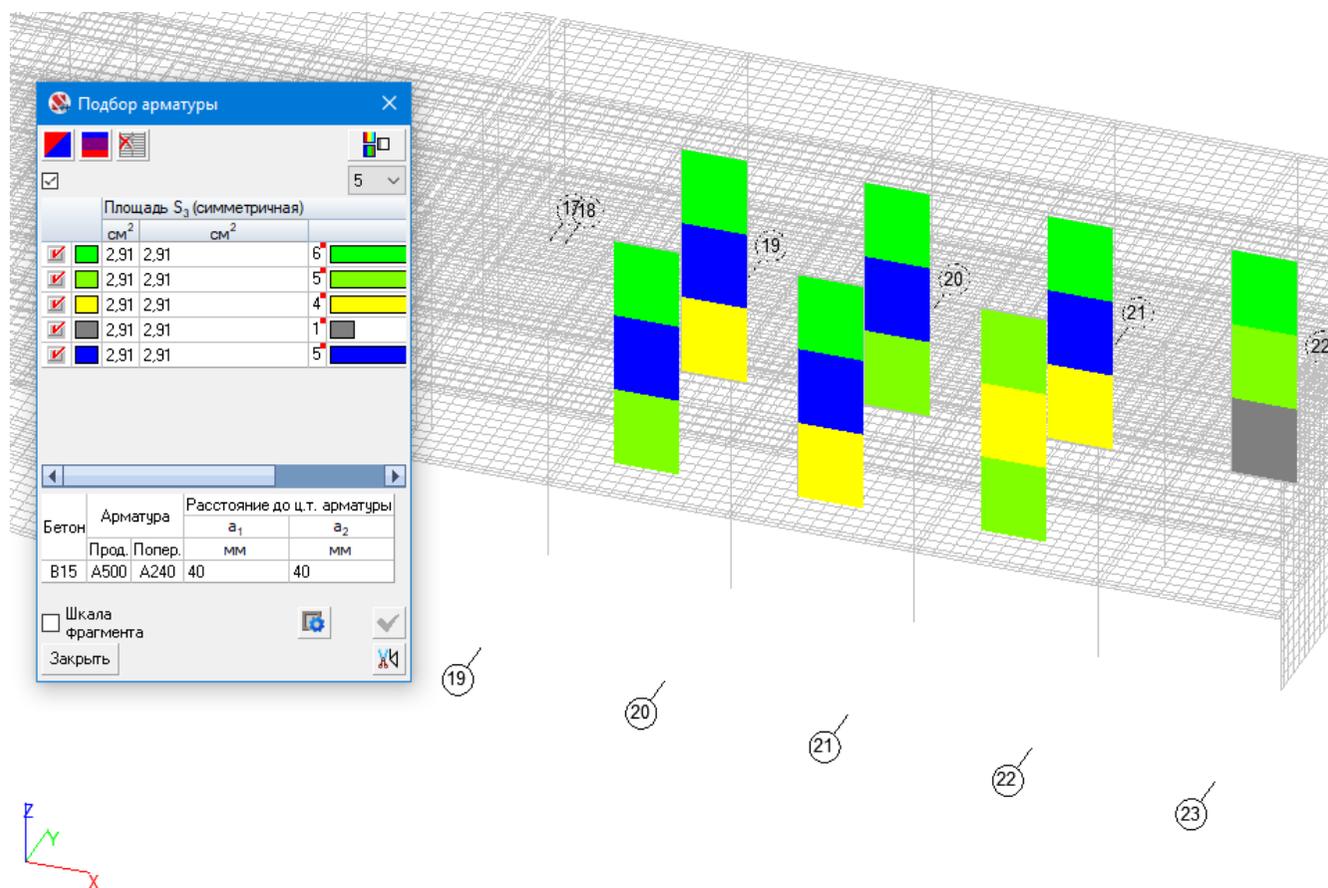


Рисунок 4.5 – Колонны К1. Продольное армирование AS3

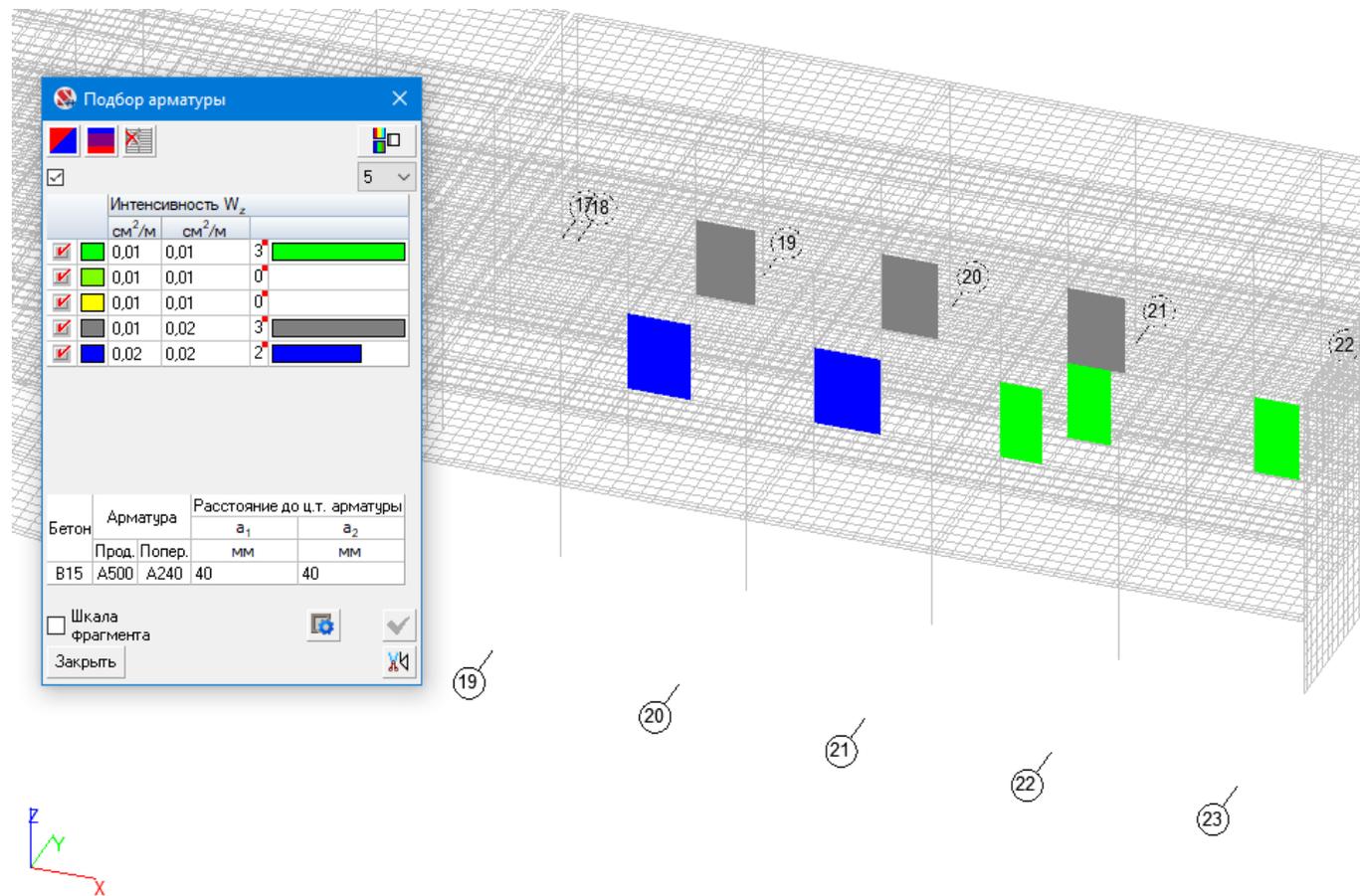


Рисунок 4.6 – Колонны К1. Поперечное армирование W_z , W_y

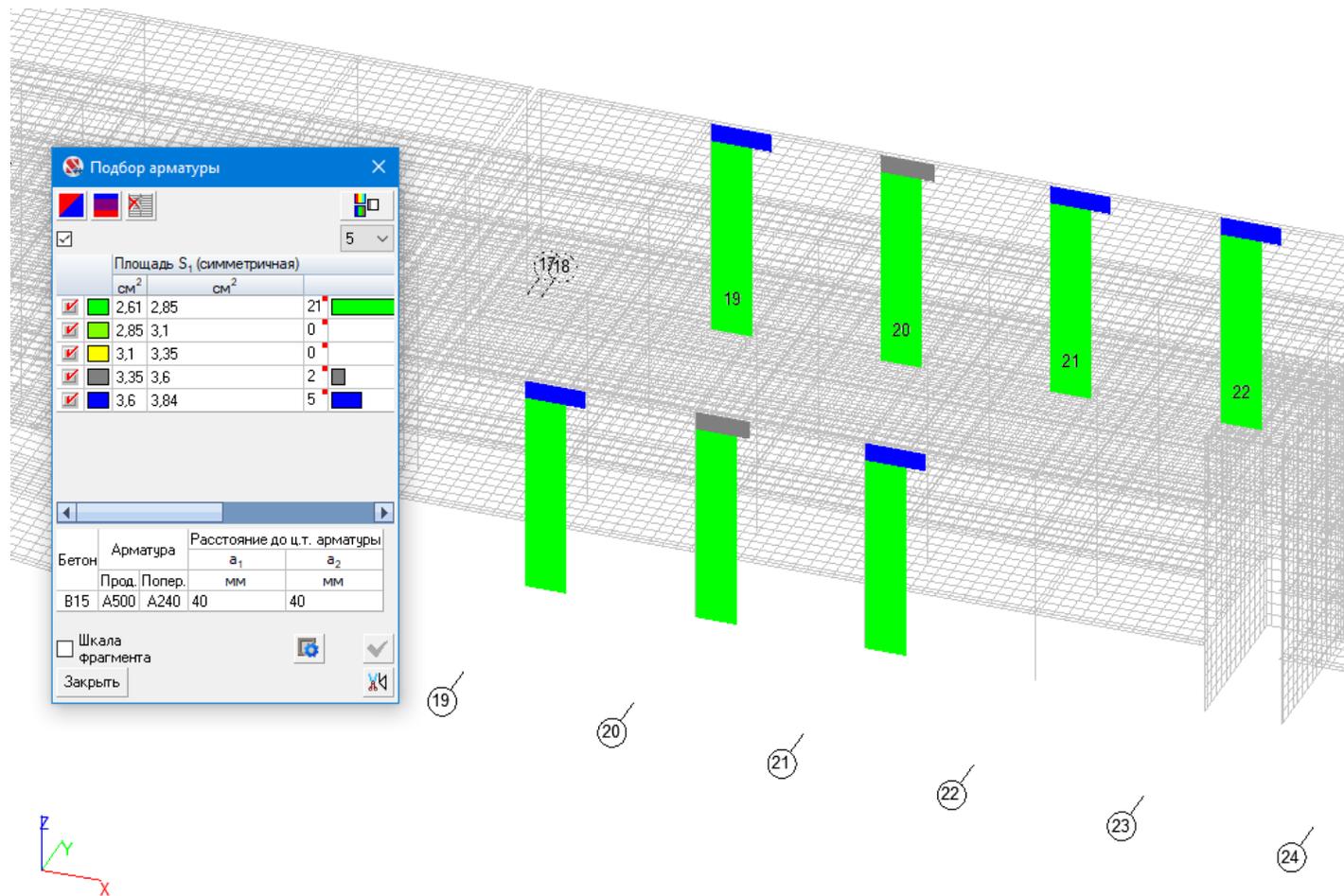


Рисунок 4.7 – Колонны К2. Продольное армирование AS1

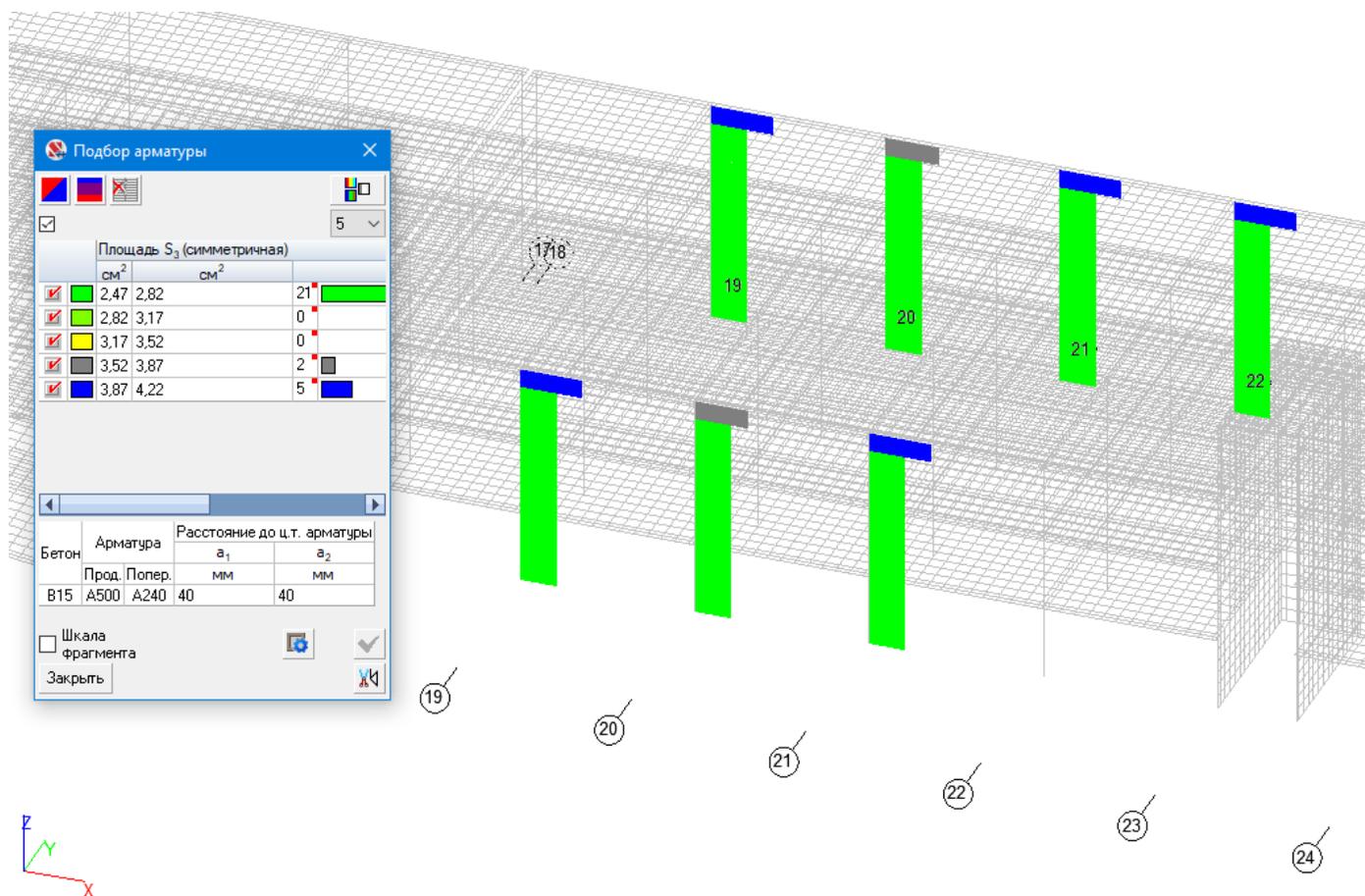


Рисунок 4.8 – Колонны К2. Продольное армирование AS3

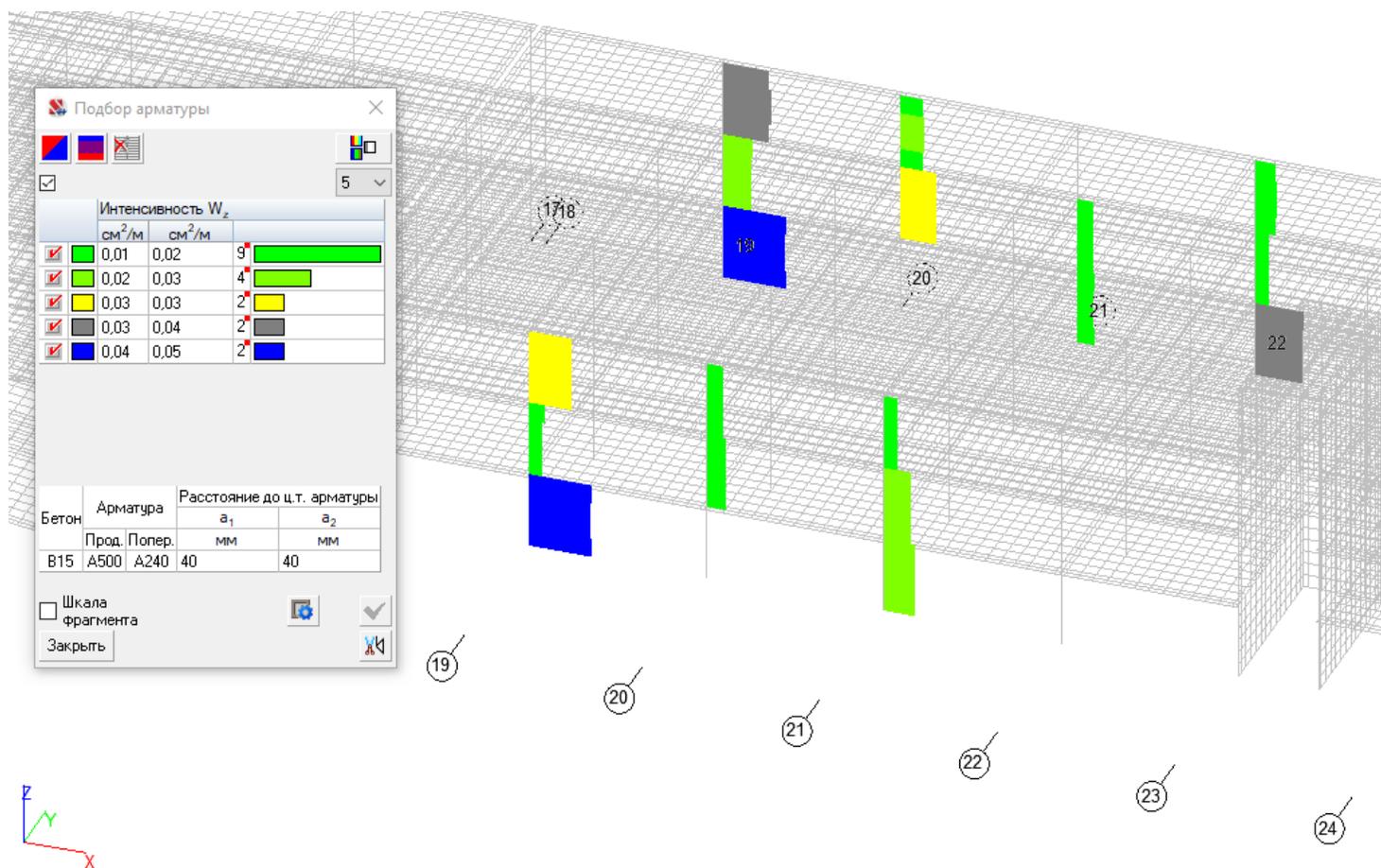


Рисунок 4.9 – Колонны K2. Поперечное армирование W_z , W_y

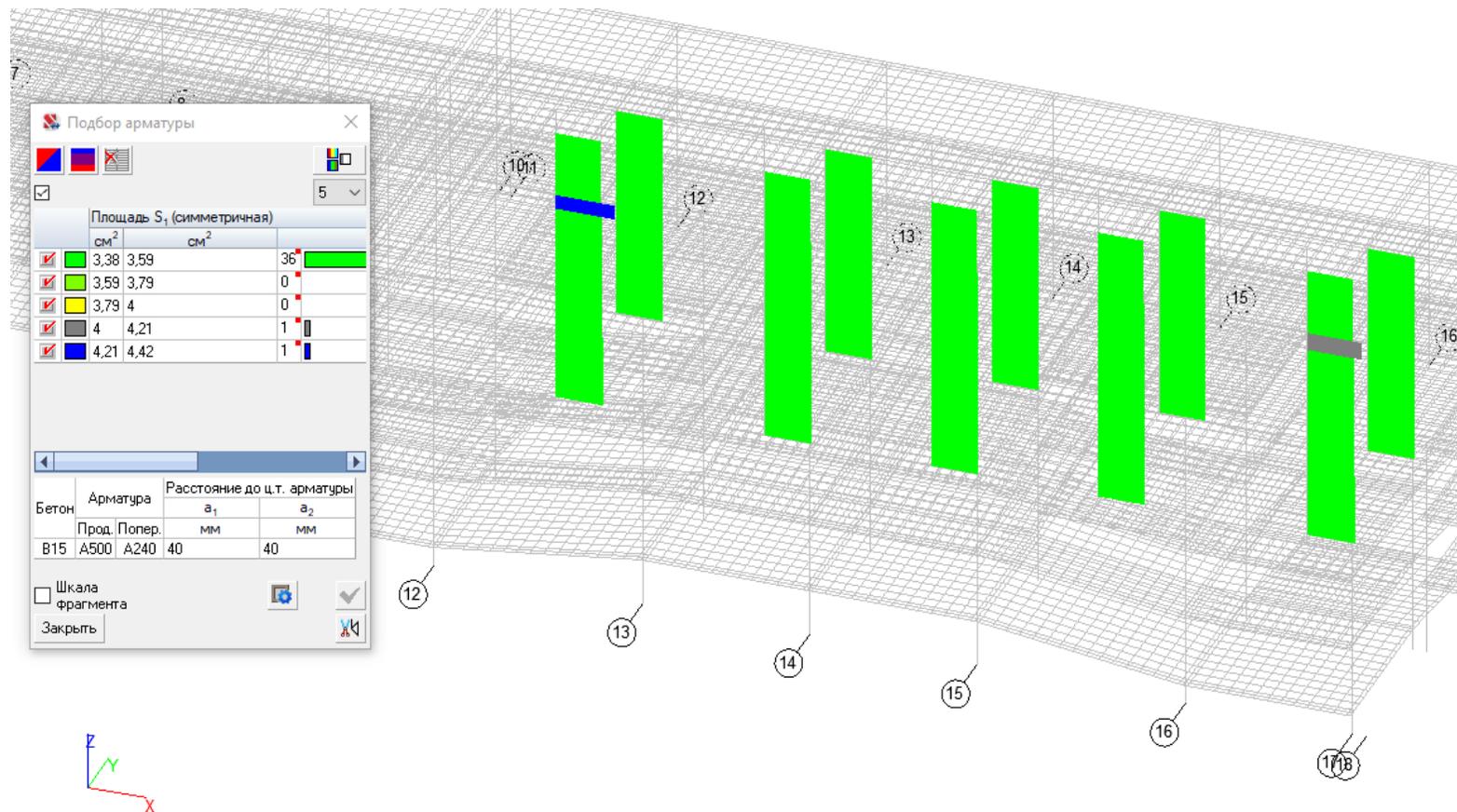


Рисунок 4.10 – Колонны К3 и К7. Продольное армирование AS1

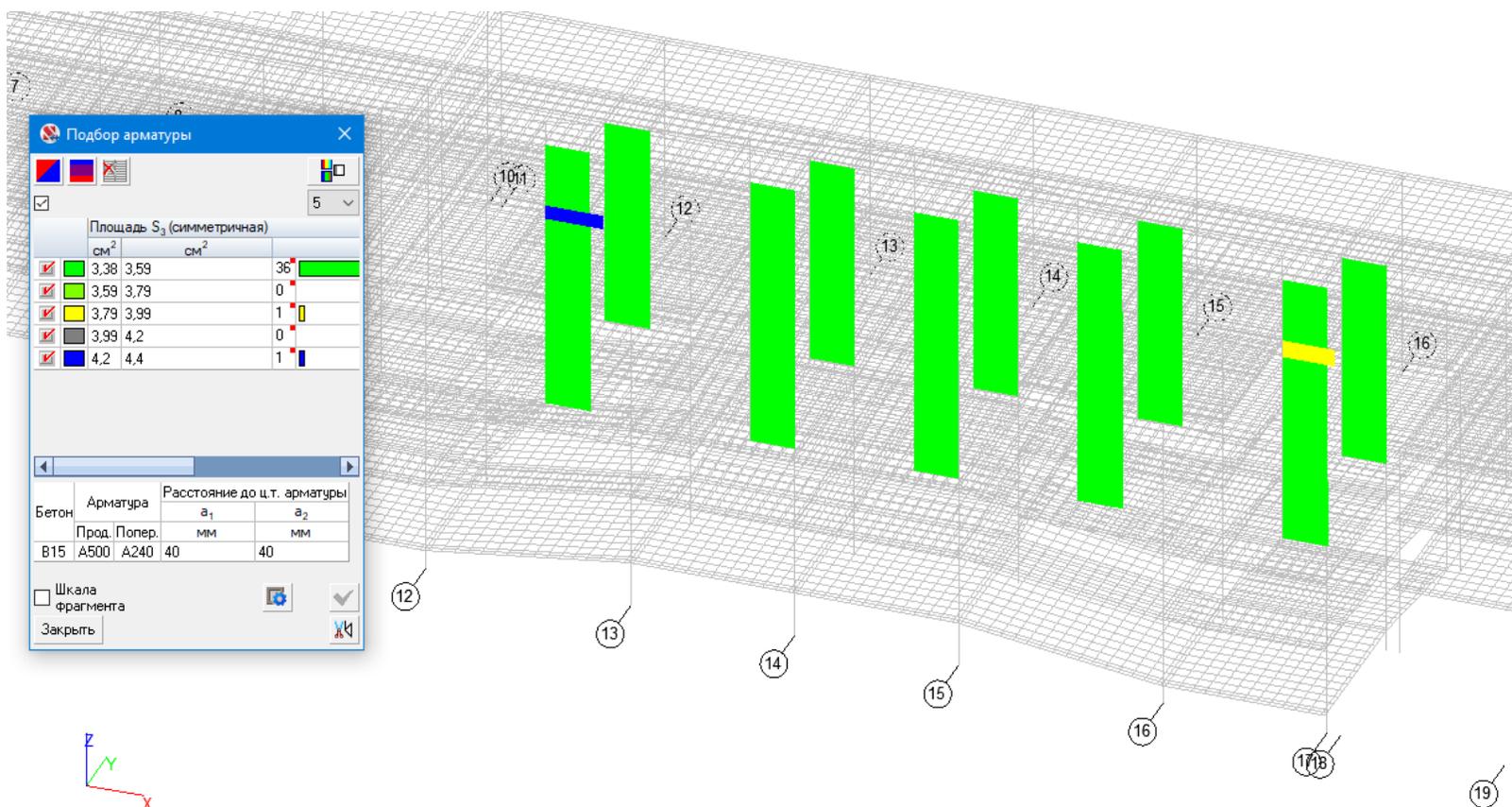


Рисунок 4.11 – Колонны К3 и К7. Продольное армирование AS3

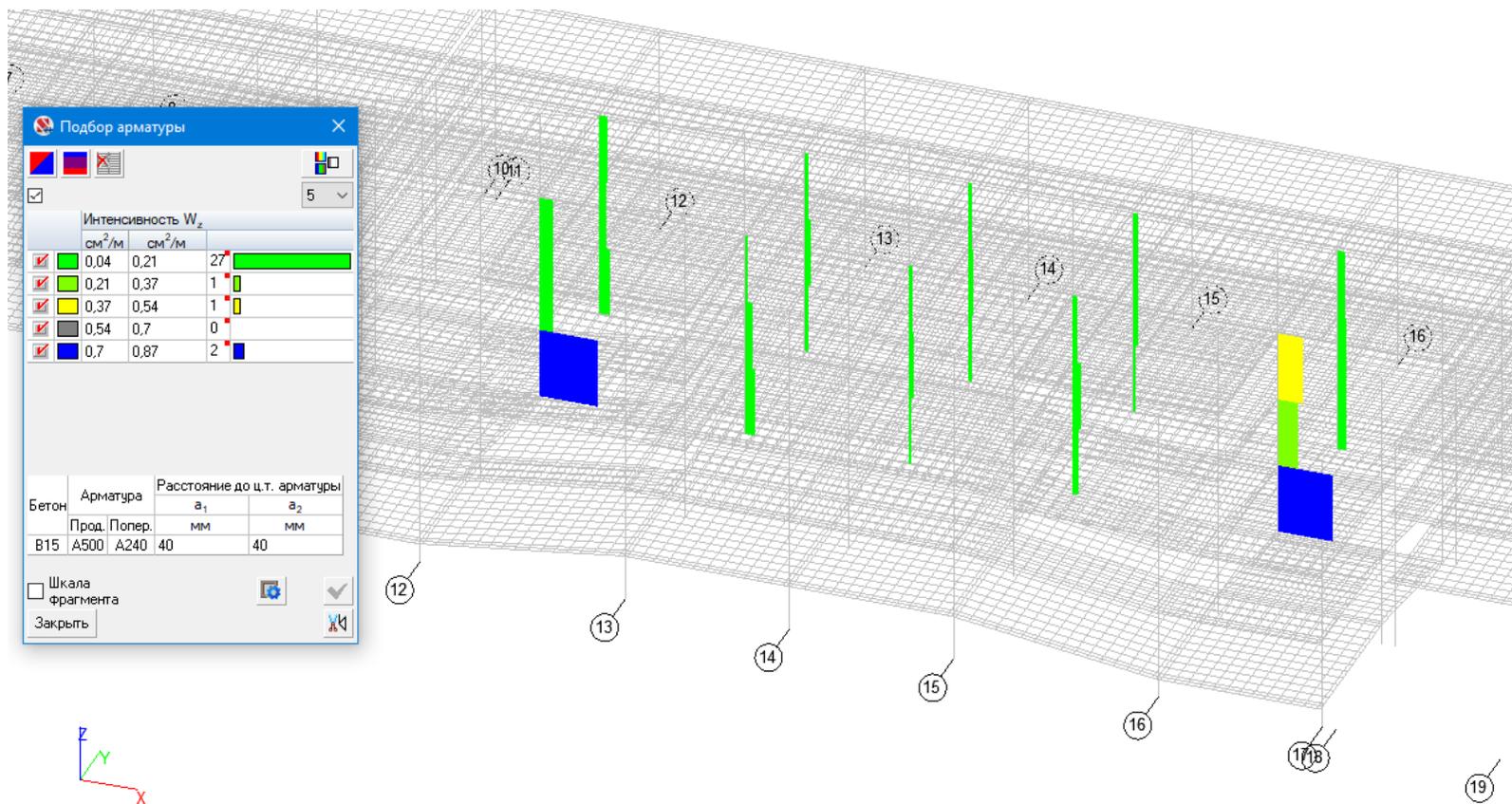


Рисунок 4.12 – Колонны К3 и К7. Поперечное армирование W_z , W_y

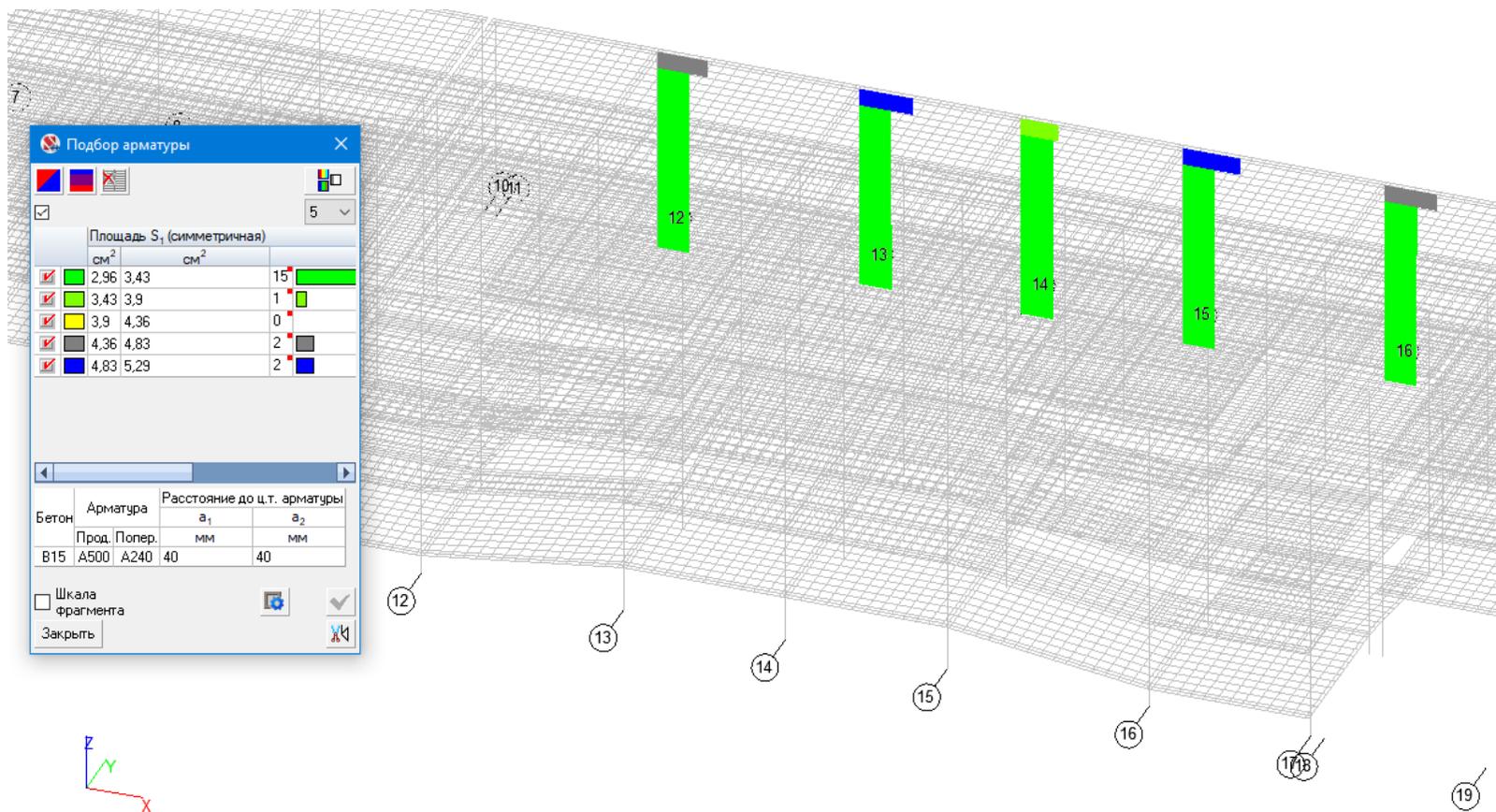


Рисунок 4.13 – Колонны К4. Продольное армирование AS1

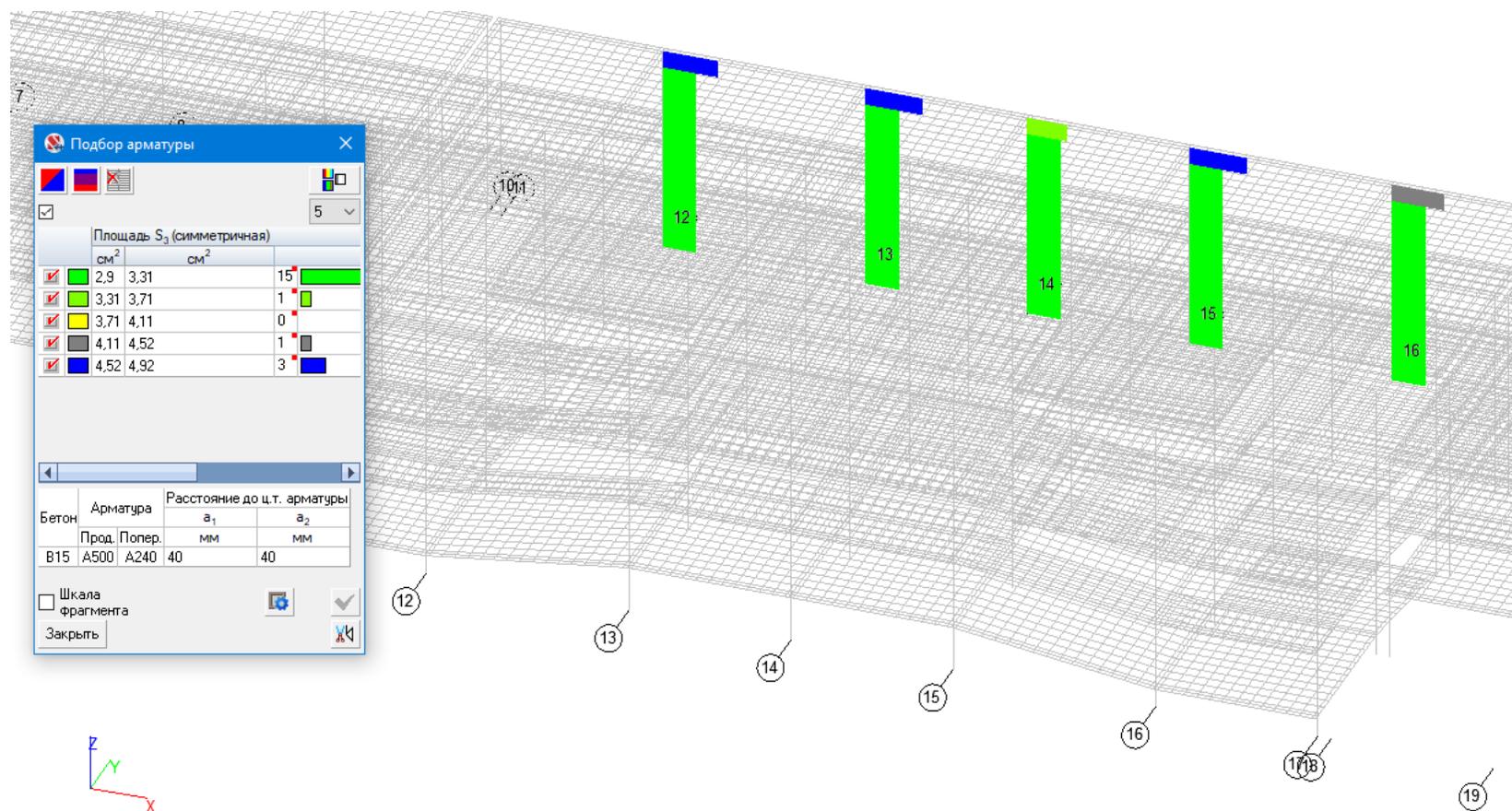


Рисунок 4.14 – Колонны К4. Продольное армирование AS3

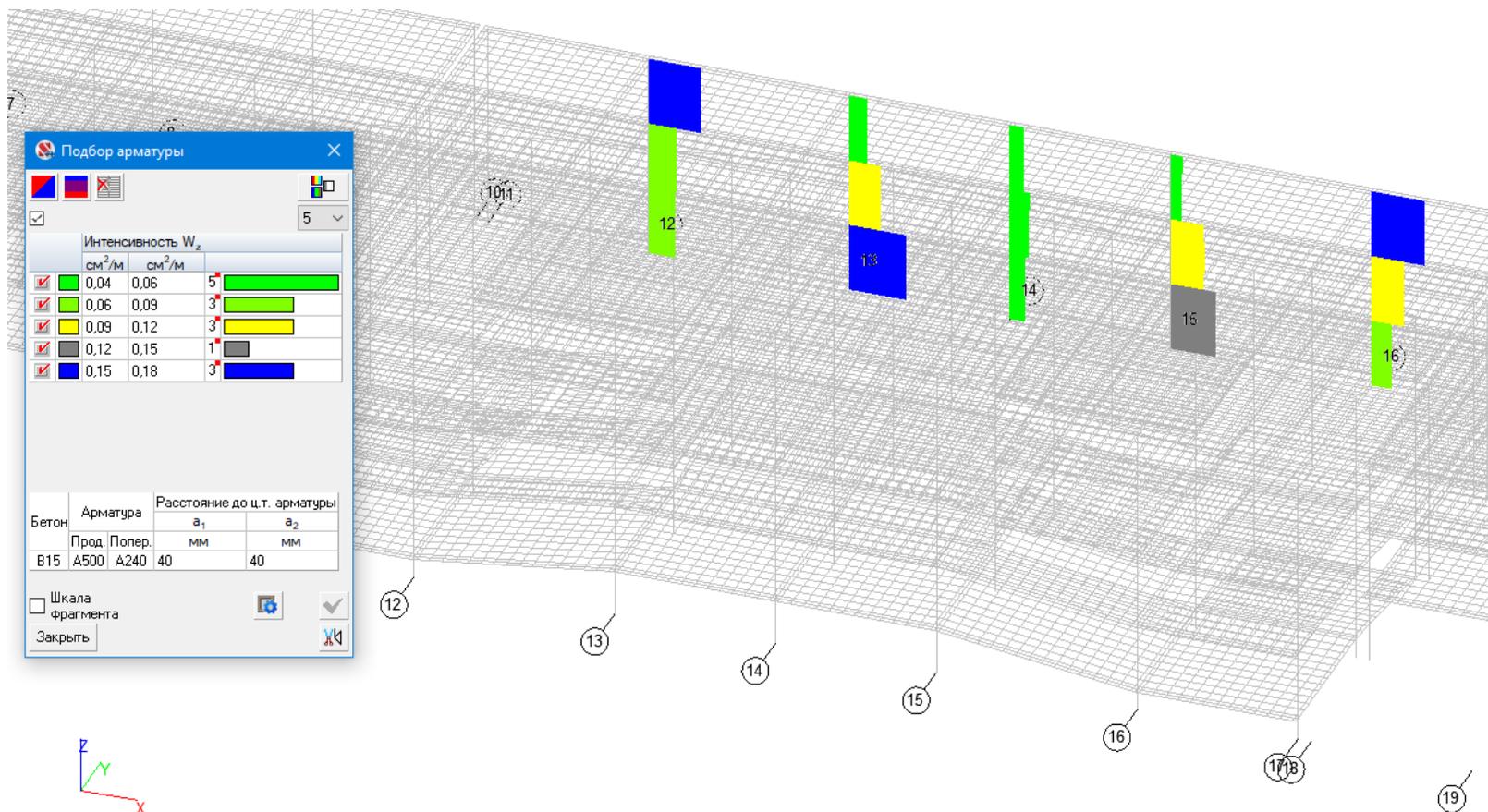


Рисунок 4.15 – Колонны К4. Поперечное армирование W_z

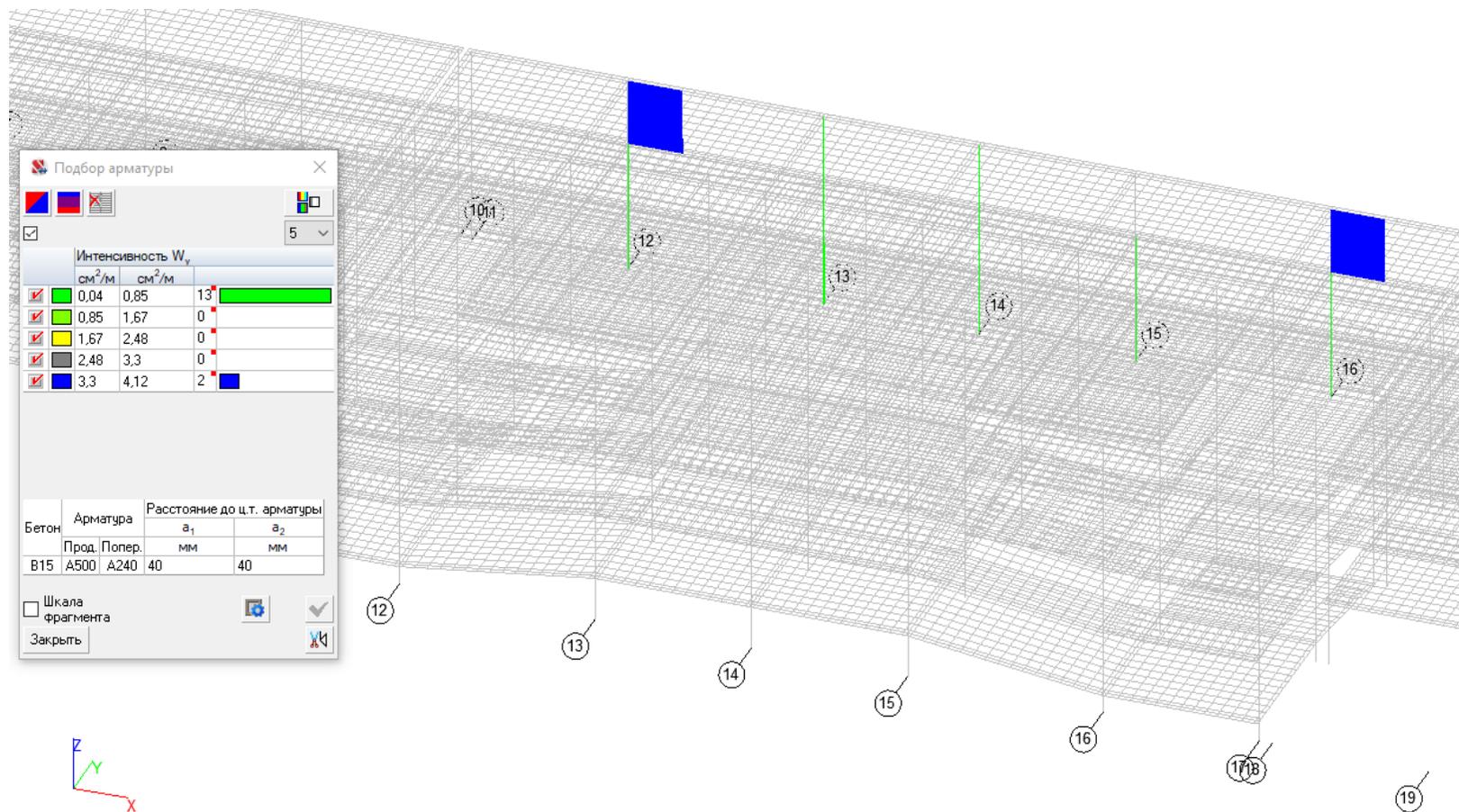


Рисунок 4.16 – Колонны К4. Поперечное армирование W_y

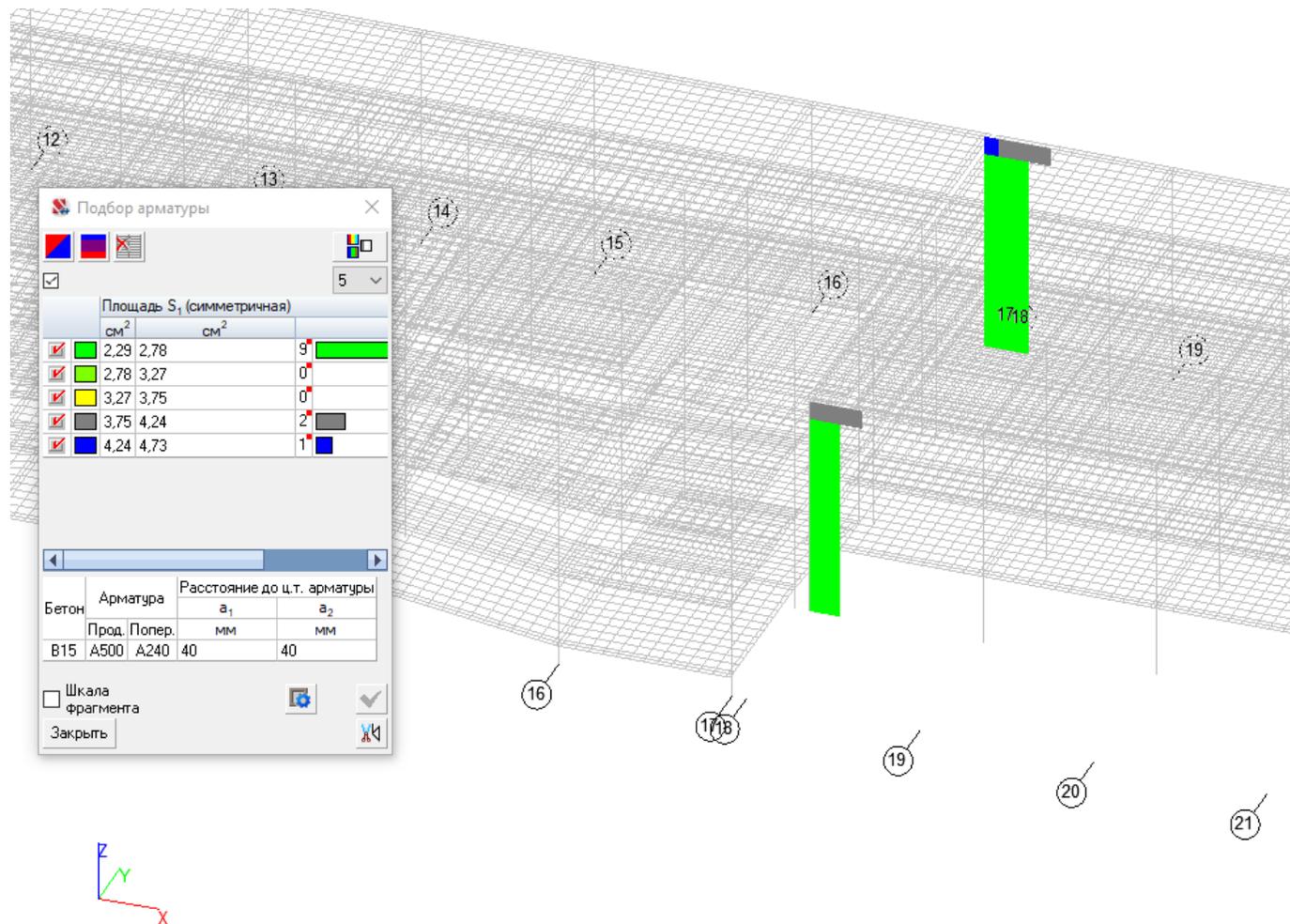


Рисунок 4.17 – Колонны К5. Продольное армирование AS1

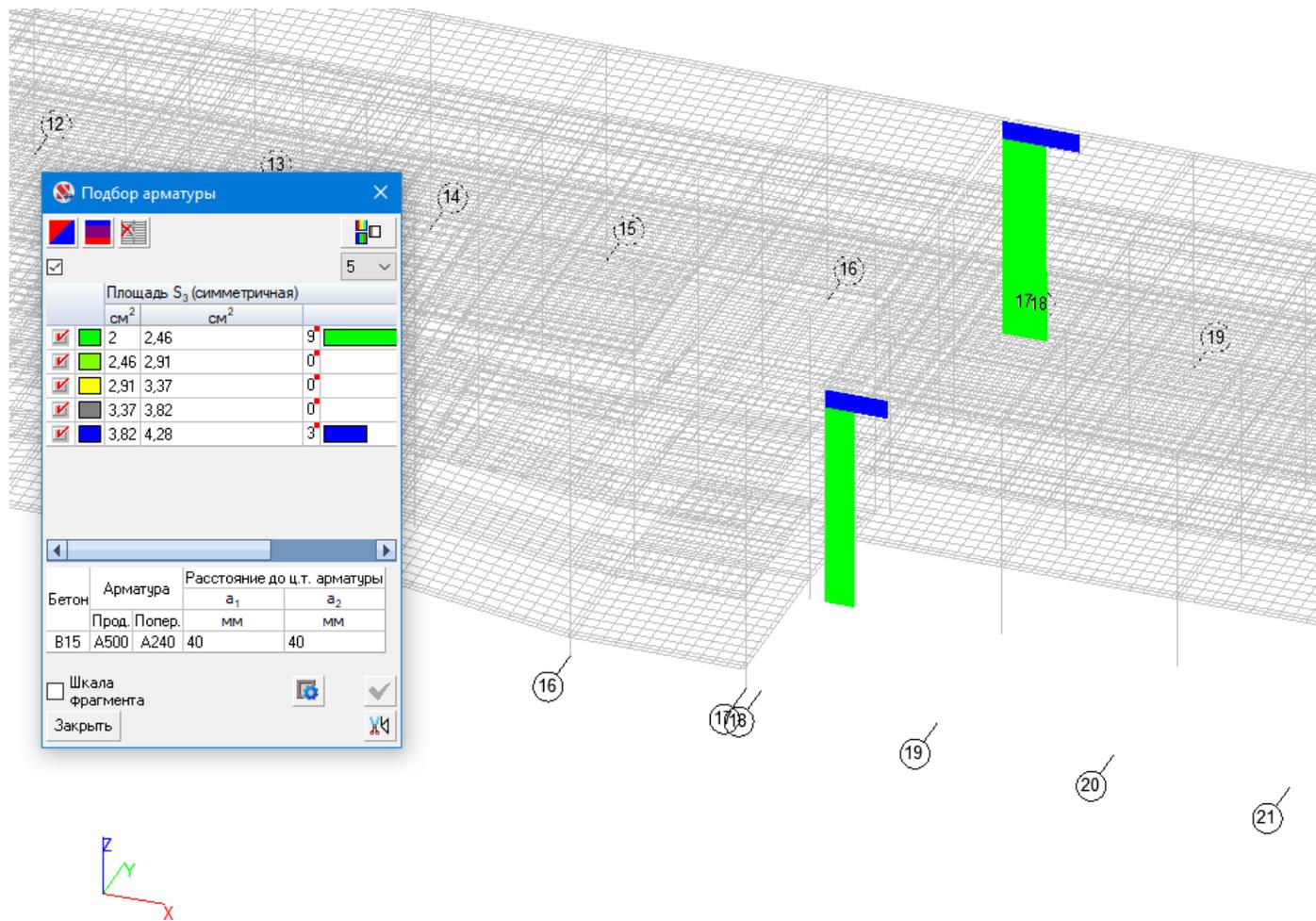


Рисунок 4.18 – Колонны К5. Продольное армирование AS3

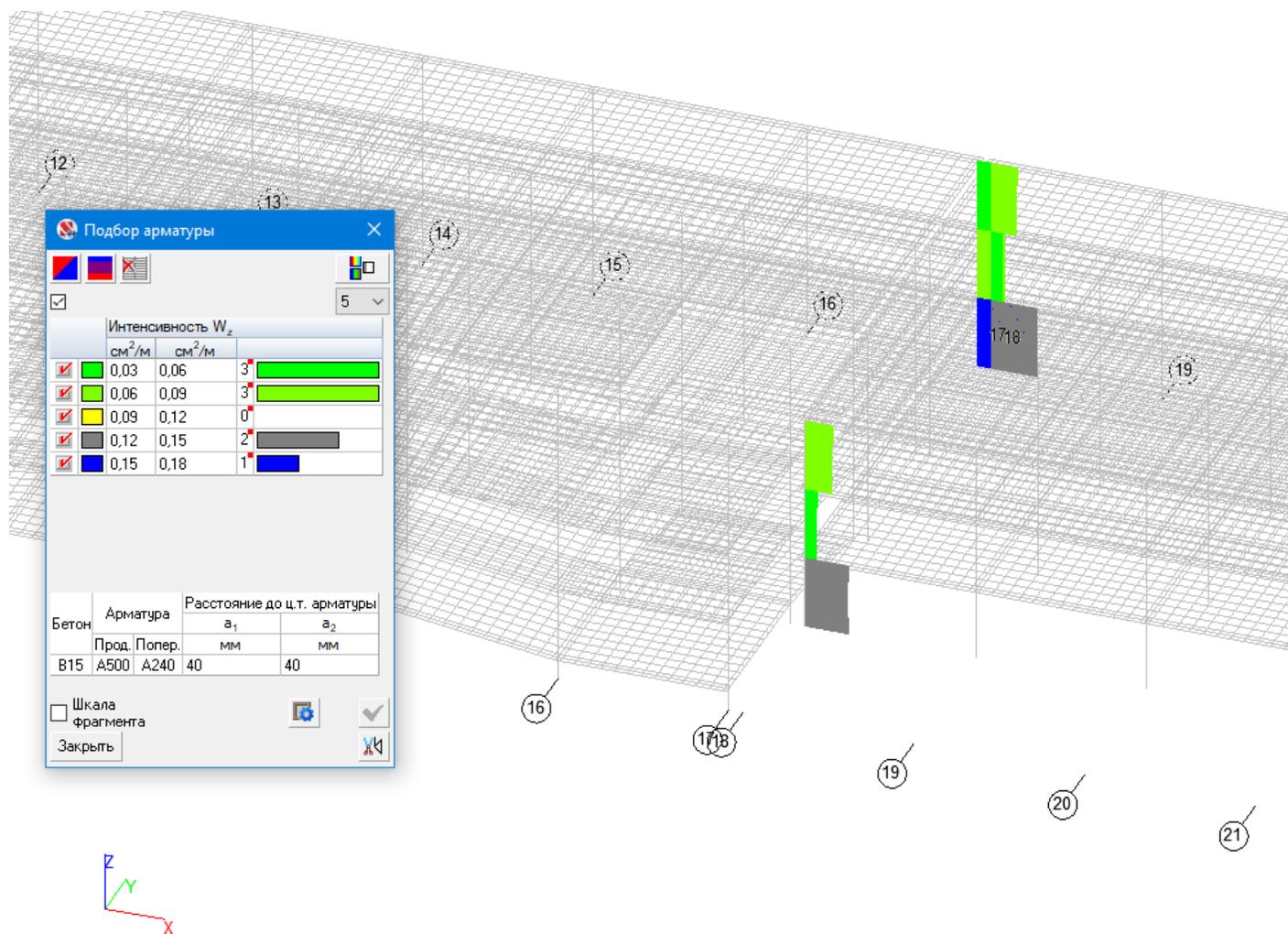


Рисунок 4.19 – Колонны К5. Поперечное армирование W_z , W_y

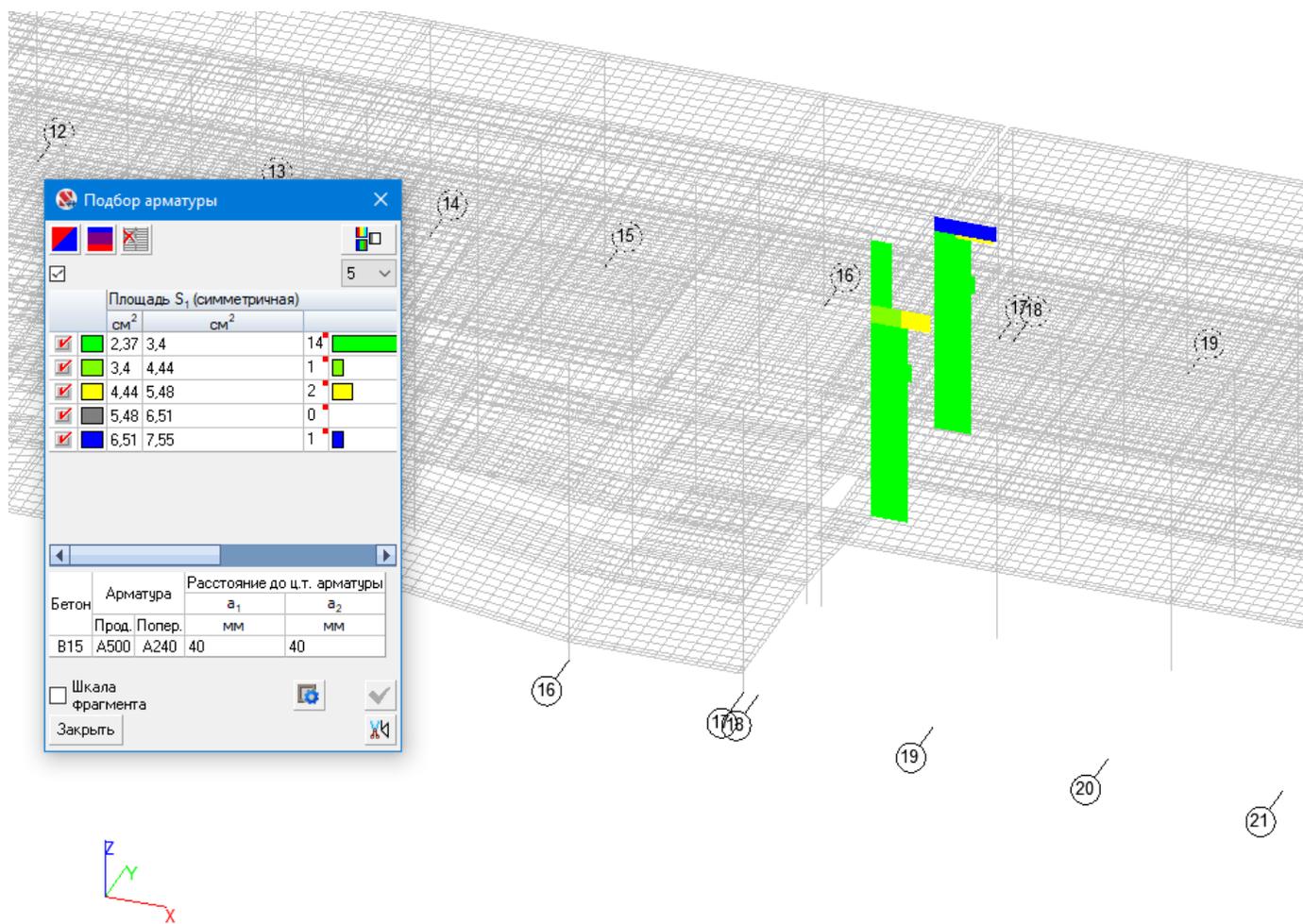


Рисунок 4.20 – Колонны К6 и К8. Продольное армирование AS1

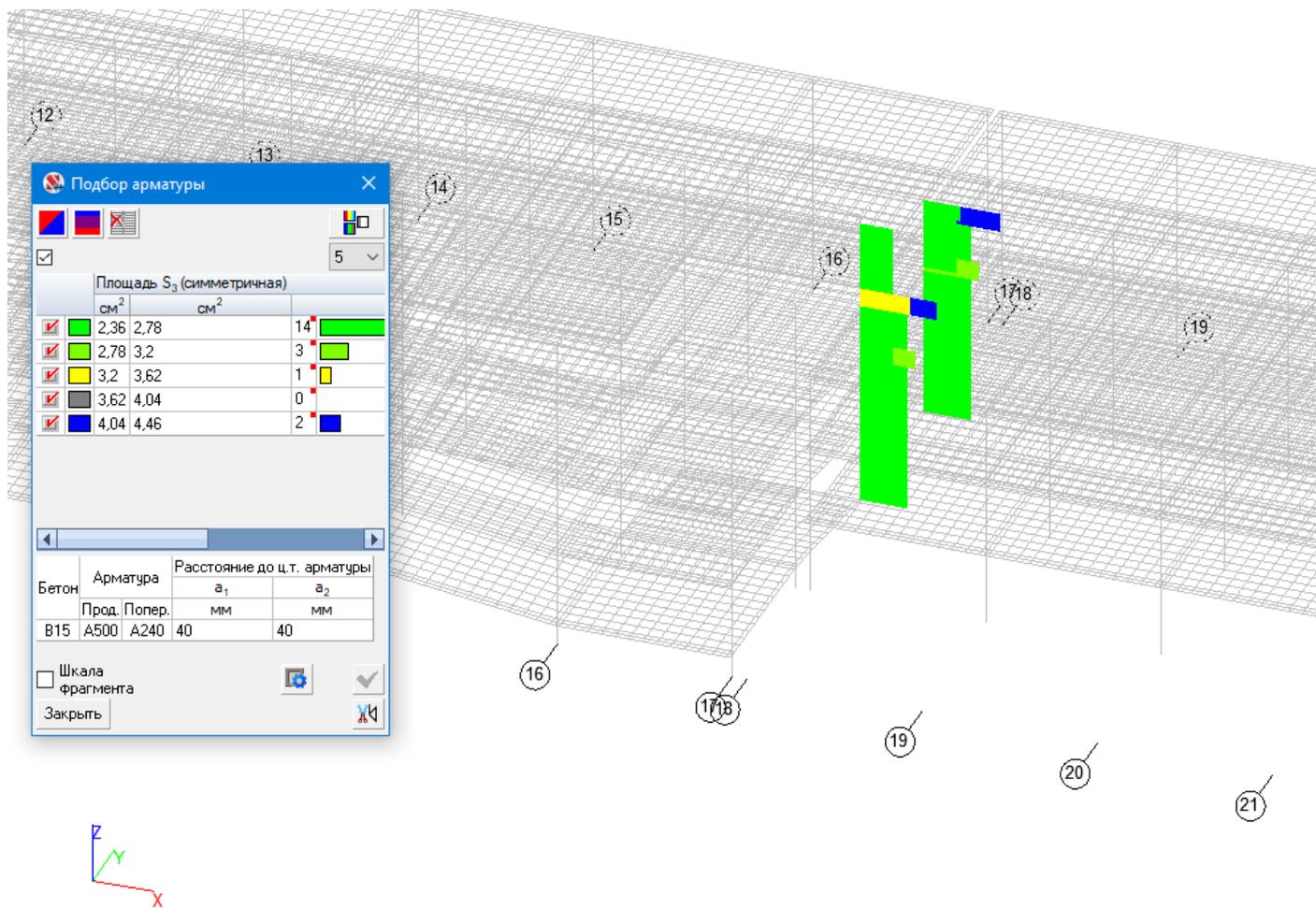


Рисунок 4.21 – Колонны К6 и К8. Продольное армирование AS3

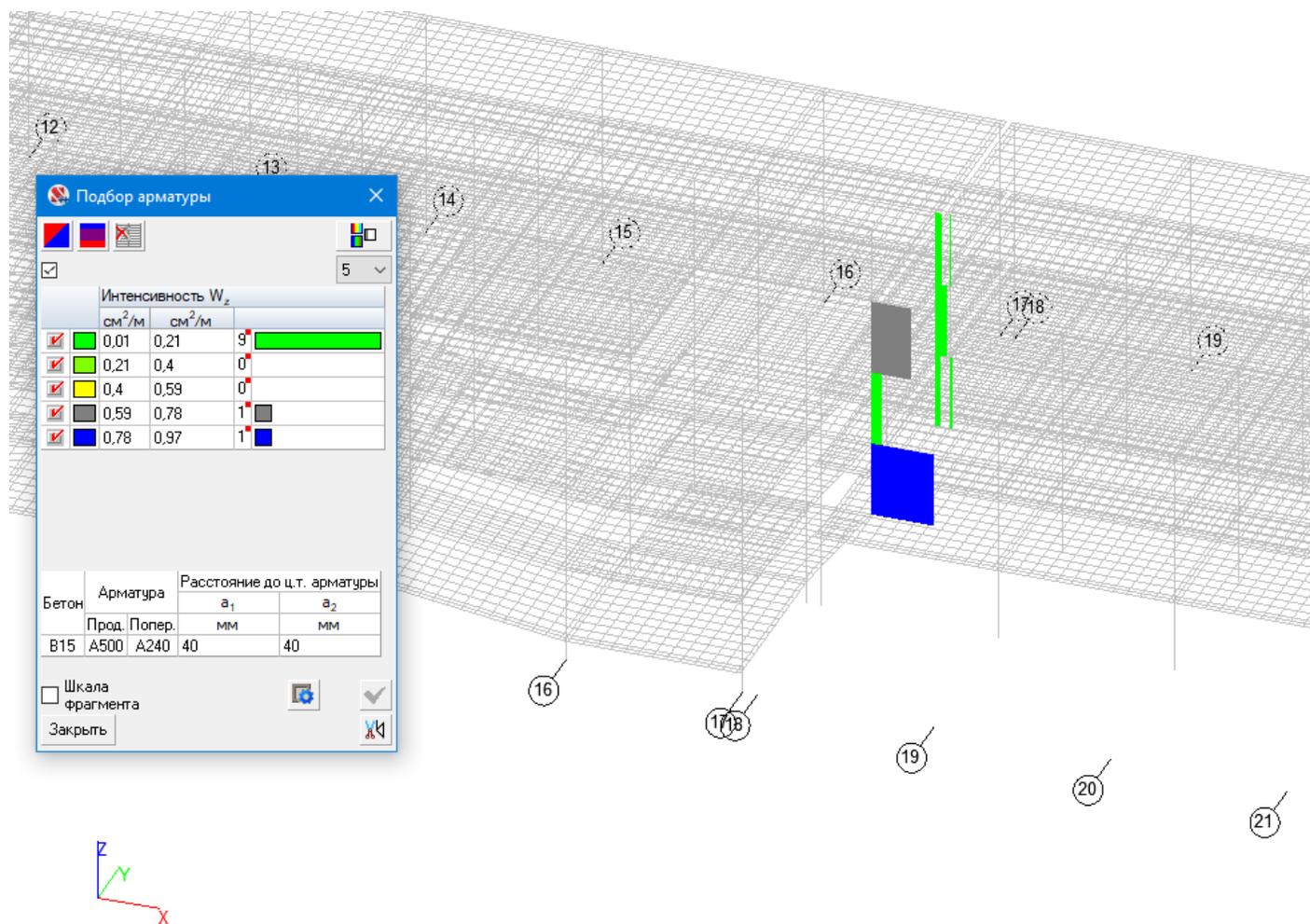


Рисунок 4.22 – Колонны К6 и К8. Поперечное армирование W_z , W_y

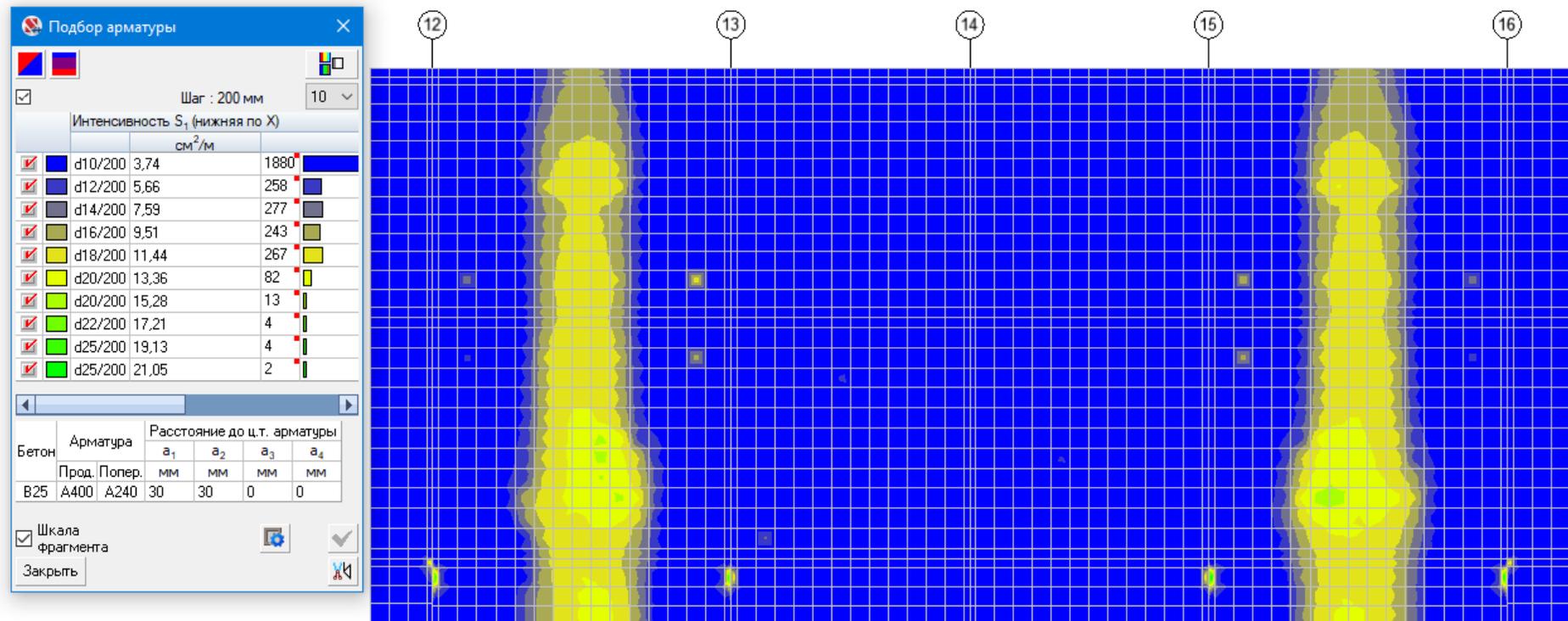


Рисунок 4.23 – Вновь возводимая плита перекрытия над 1 этажом. Нижнее армирование по оси X

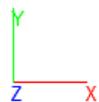
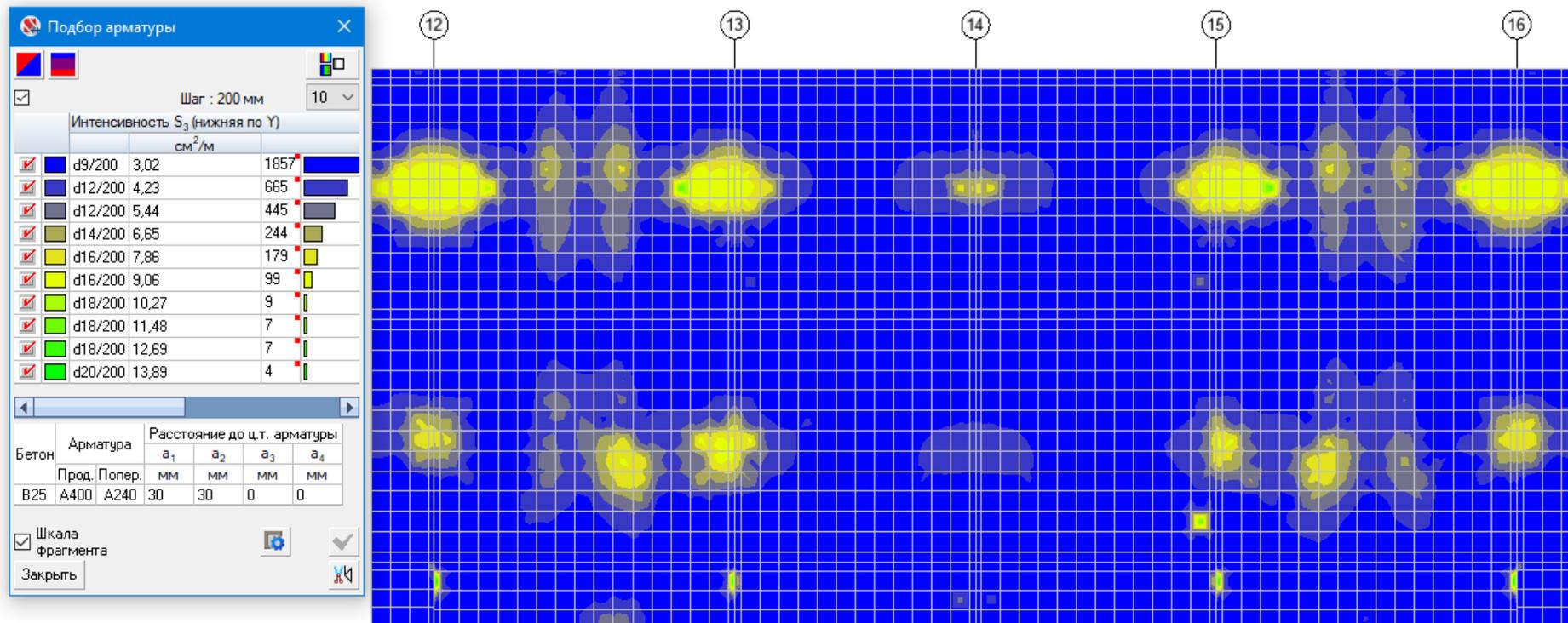


Рисунок 4.24 – Вновь возводимая плита перекрытия над 1 этажом. Нижнее армирование по оси Y

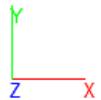
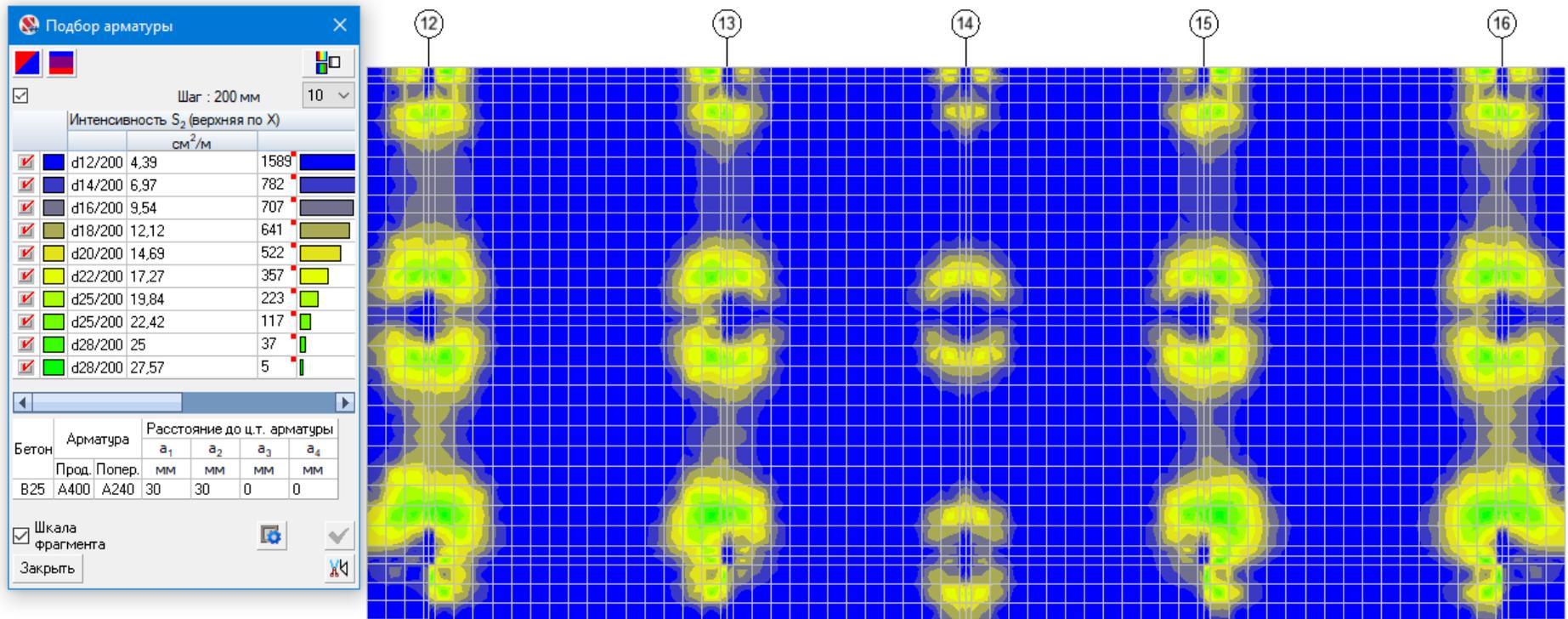


Рисунок 4.25 – Вновь возводимая плита перекрытия над 1 этажом. Верхнее армирование по оси X

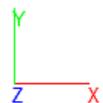
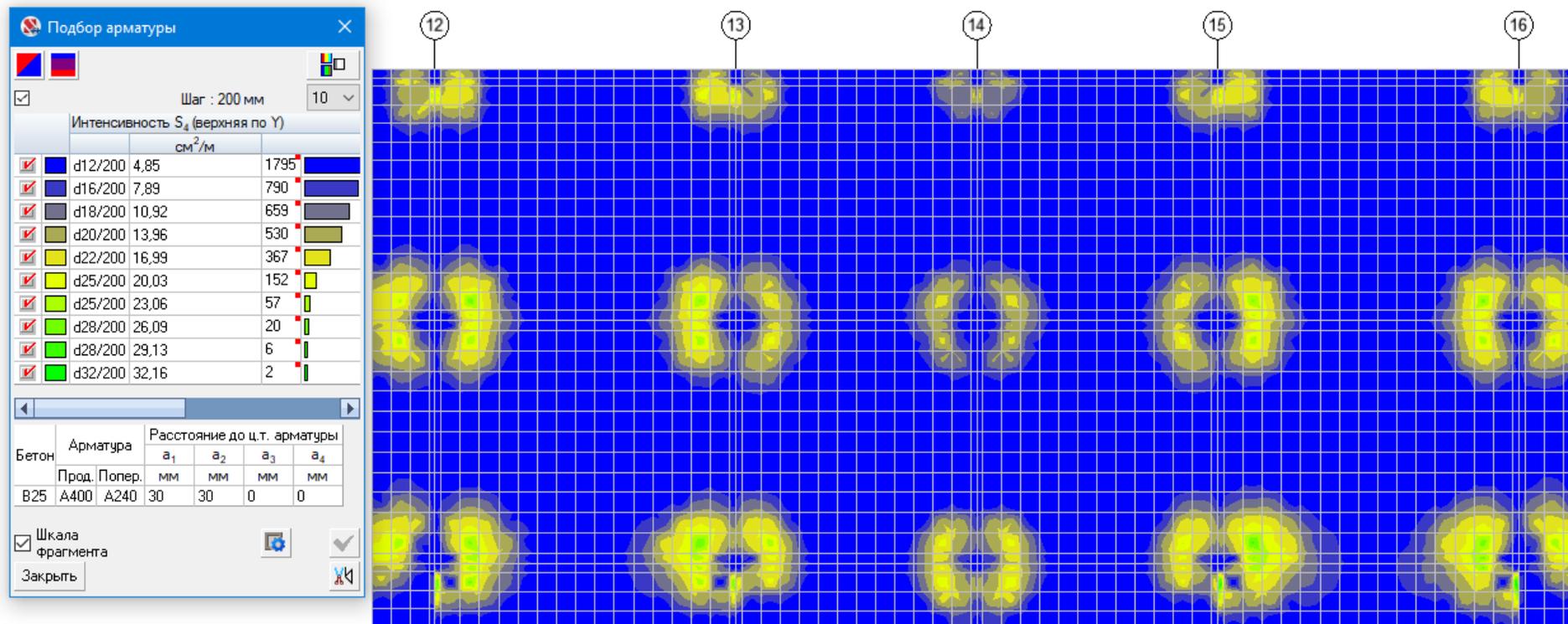


Рисунок 4.26 – Вновь возводимая плита перекрытия над 1 этажом. Верхнее армирование по оси Y

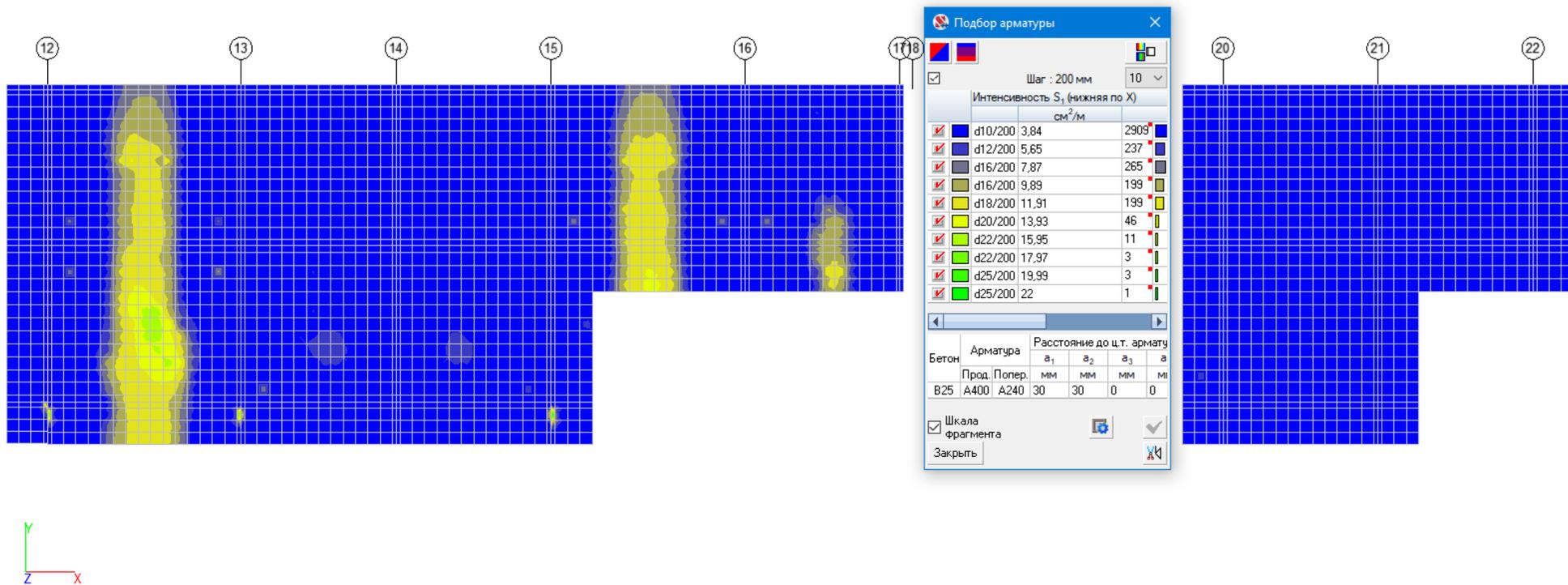


Рисунок 4.27 – Вновь возводимая плита перекрытия над 2 этажом. Нижнее армирование по оси X

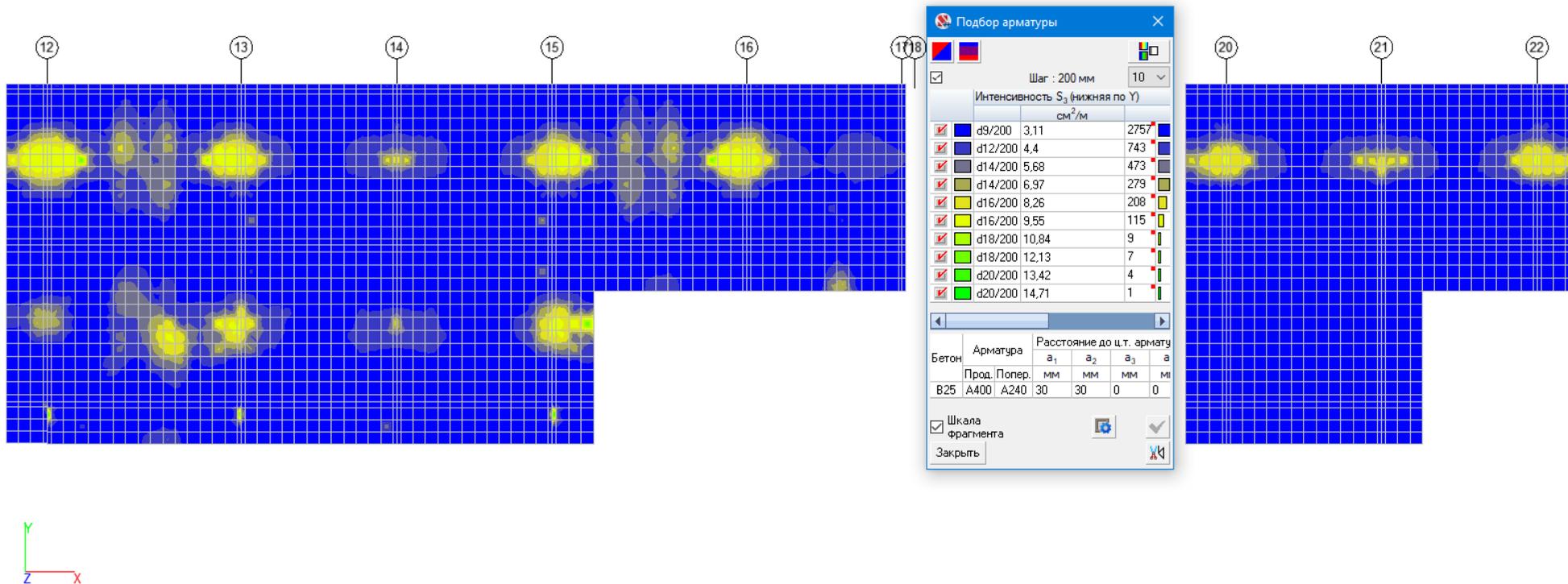


Рисунок 4.28 – Вновь возводимая плита перекрытия над 2 этажом. Нижнее армирование по оси Y

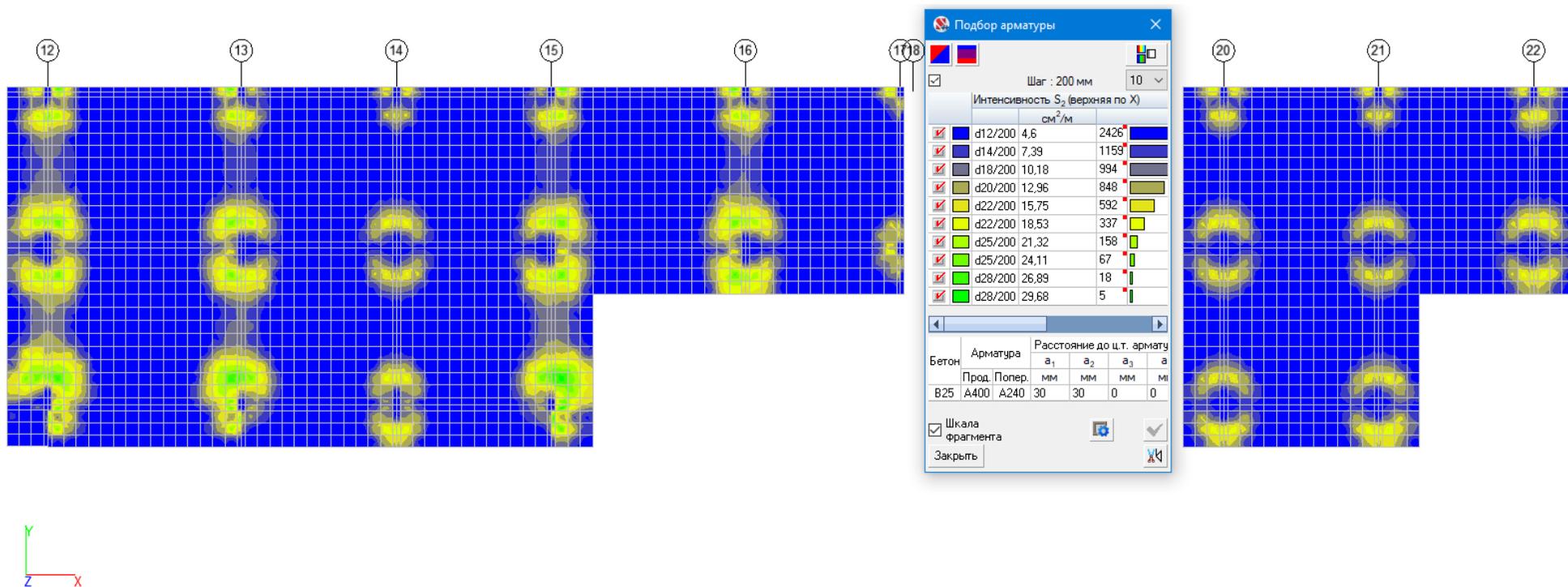


Рисунок 4.29 – Вновь возводимая плита перекрытия над 2 этажом. Верхнее армирование по оси X

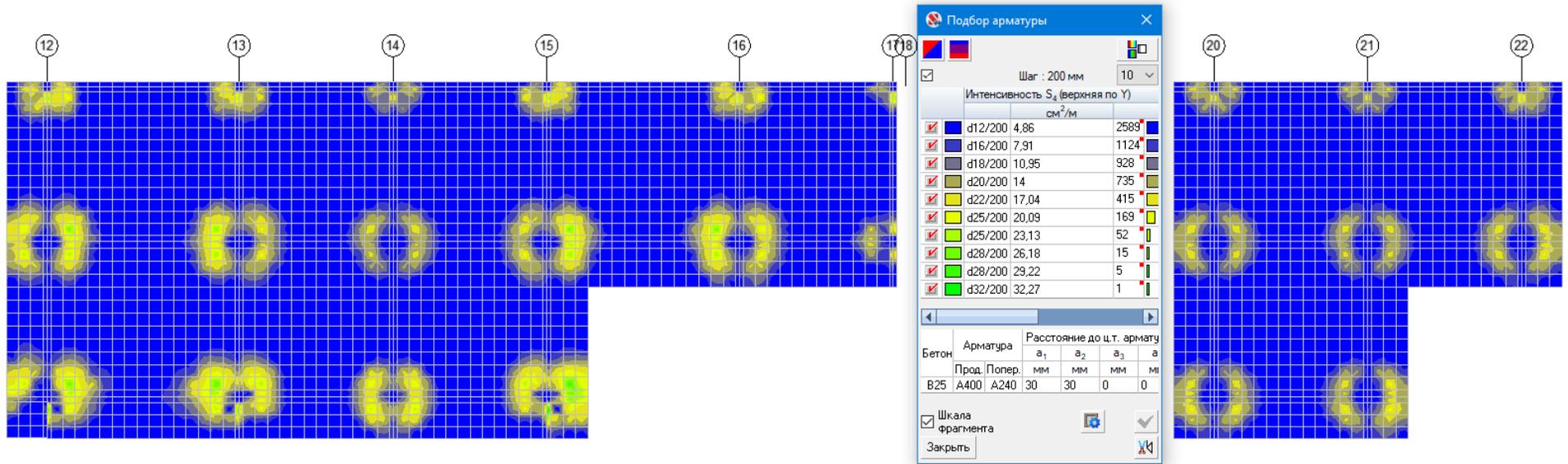


Рисунок 4.30 – Вновь возводимая плита перекрытия над 2 этажом. Верхнее армирование по оси Y

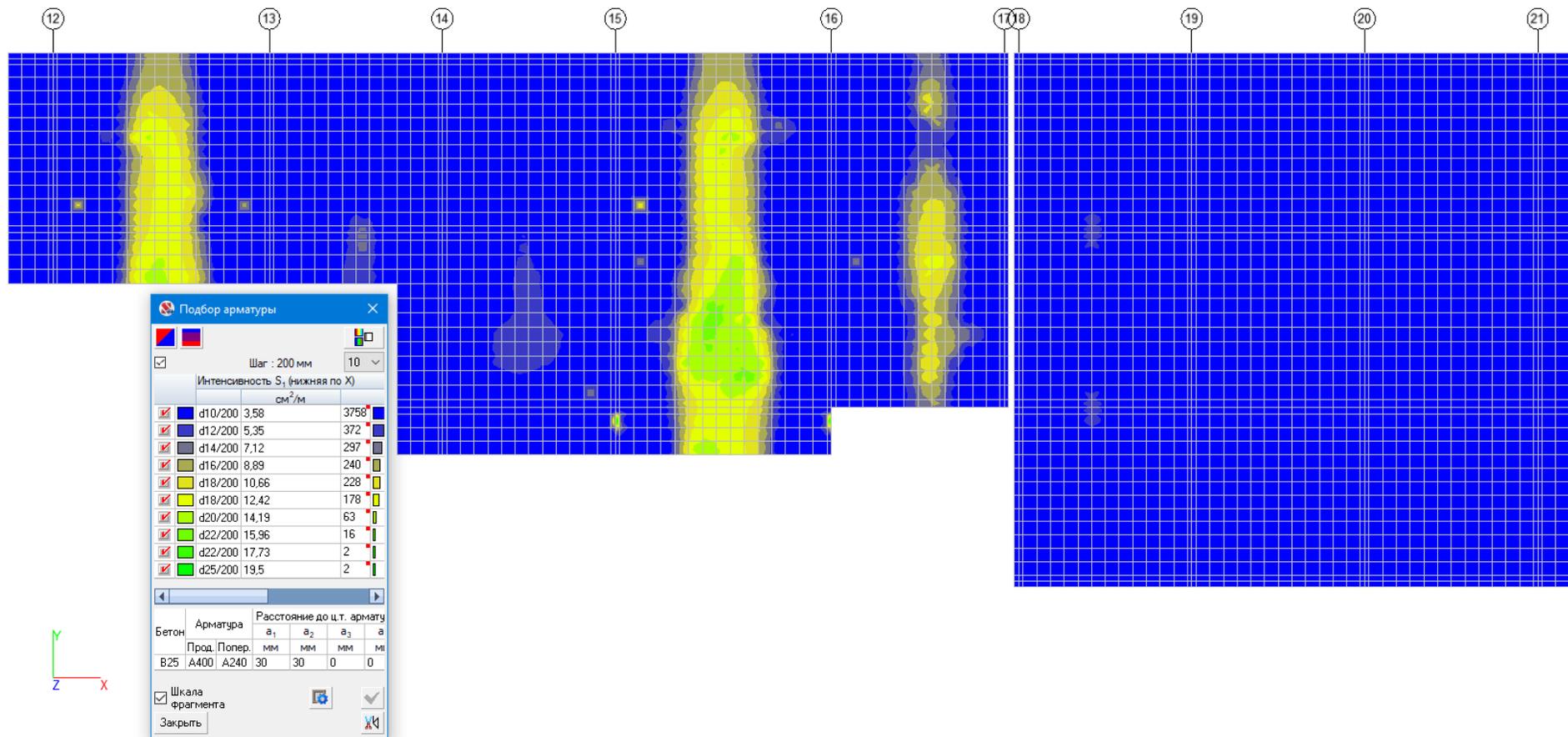


Рисунок 4.31 – Вновь возводимая плита перекрытия над 3 этажом. Нижнее армирование по оси X

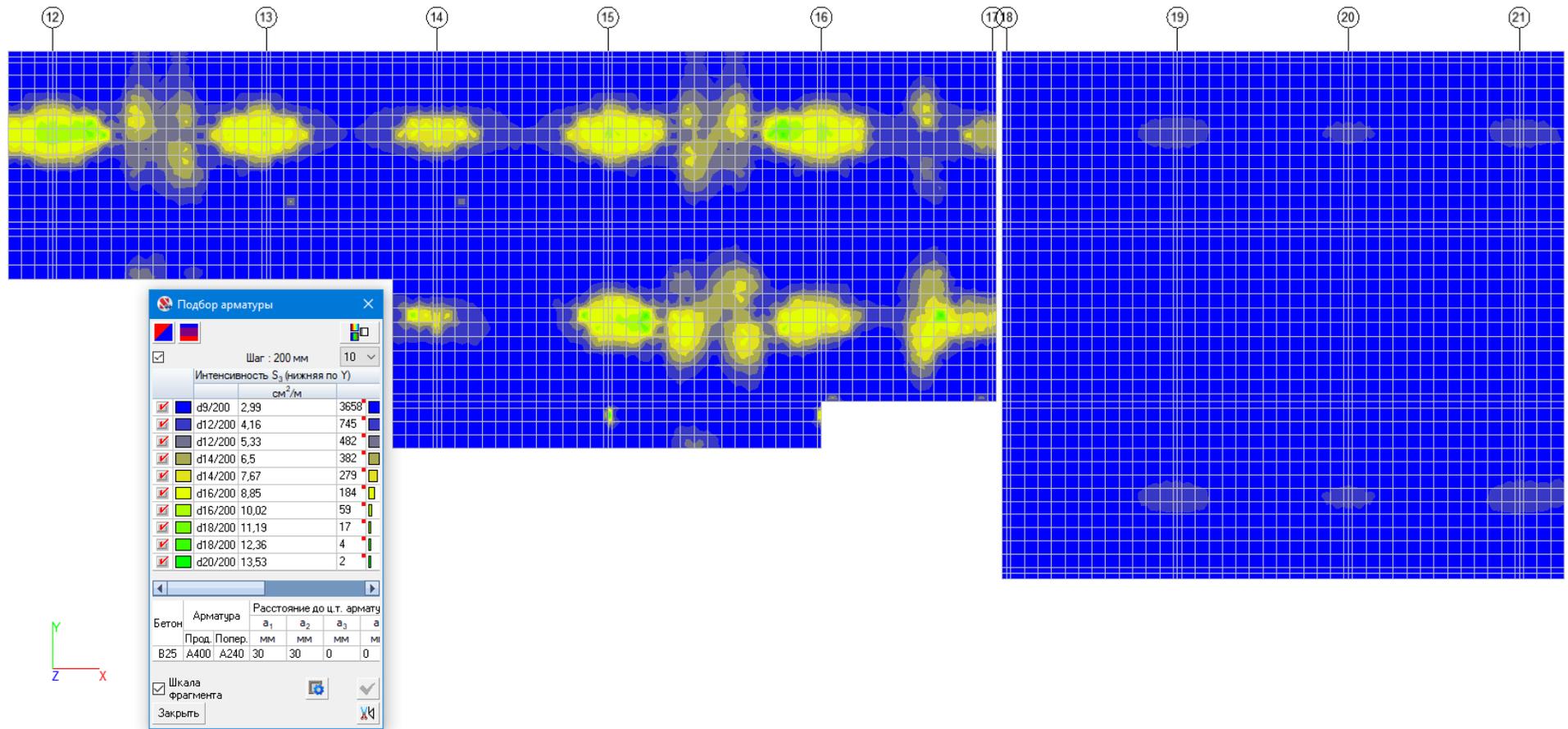


Рисунок 4.32 – Вновь возводимая плита перекрытия над 3 этажом. Нижнее армирование по оси Y

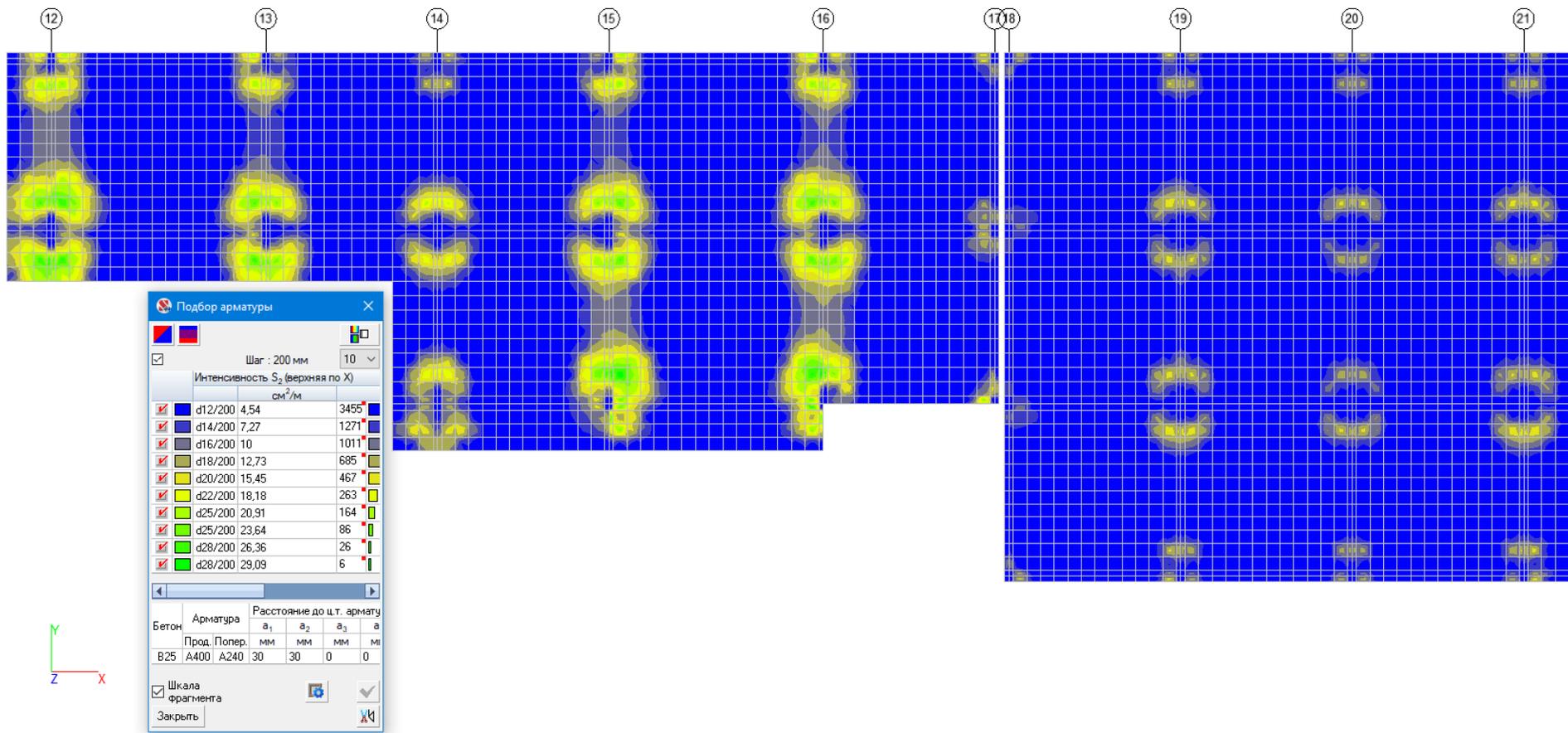


Рисунок 4.33 – Вновь возводимая плита перекрытия над 3 этажом. Верхнее армирование по оси X

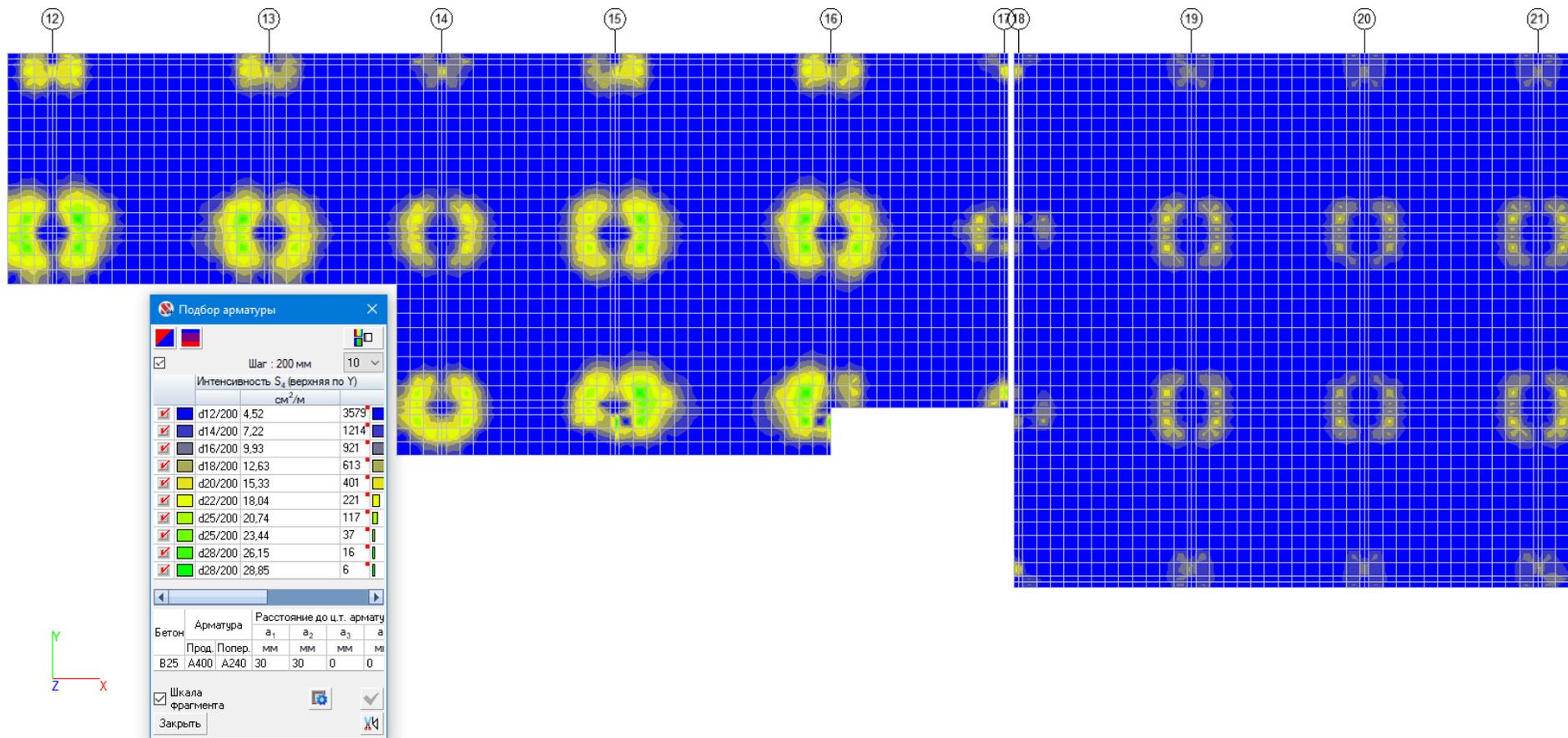


Рисунок 4.34 – Вновь возводимая плита перекрытия над 3 этажом. Верхнее армирование по оси Y

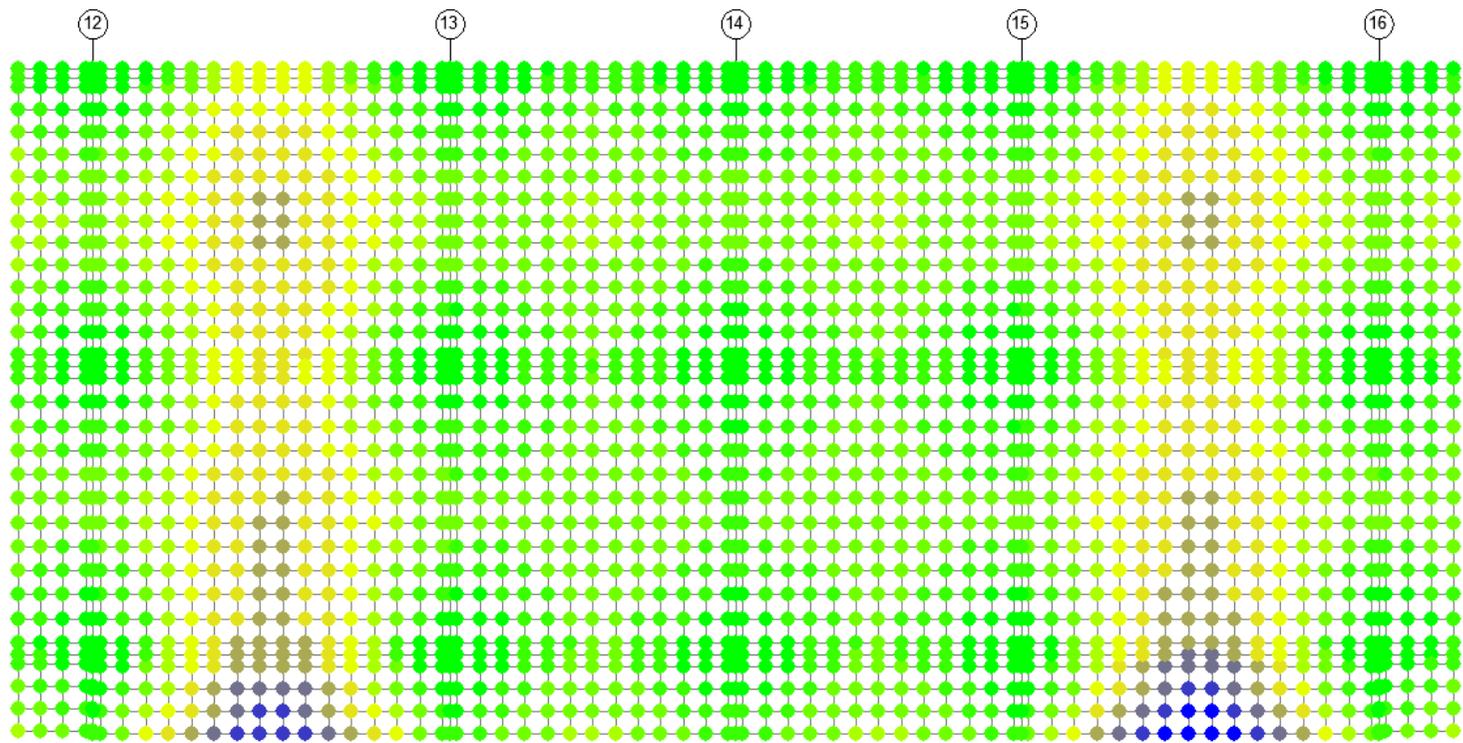
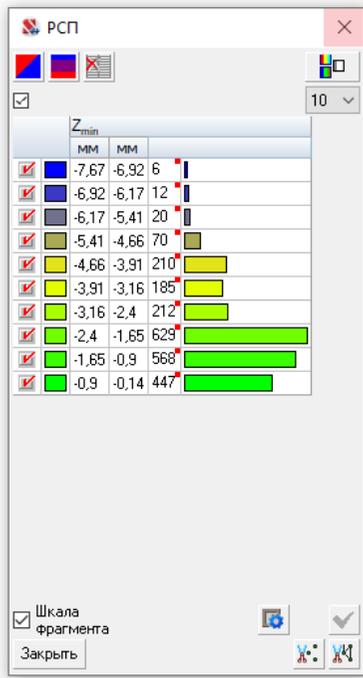


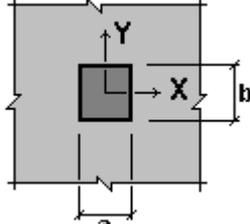
Рисунок 4.35 – Максимальный прогиб вновь возводимого перекрытия над 1 этажом

Расчет на продавливание

Расчет на продавливание выполнен для наиболее нагруженной колонны сечением 460x560 мм. Расчет выполнен в программе Арбат в соответствии с СП 63.13330.2018.

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Площадка приложения нагрузки расположена внутри элемента

	<p> $a = 0,46$ м $b = 0,66$ м Рабочая высота сечения для продольной арматуры вдоль оси X - 0,17 м вдоль оси Y - 0,17 м </p>
---	---

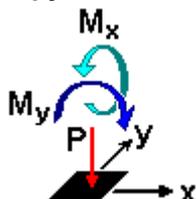
Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

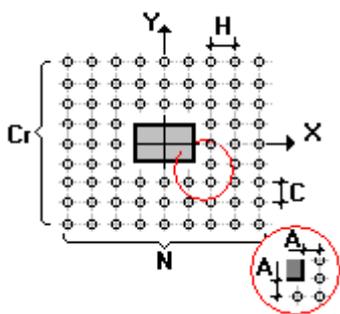
Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	1
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Нагрузки



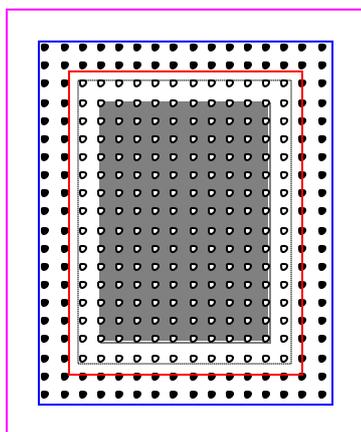
	P	M_x	M_y
	T	T*M	T*M
1	54	0	0

Равномерное армирование



Класс арматуры: A240
Диаметр 8 мм

Приближение к зоне приложения нагрузки 0,06 м
Расстояние между стержнями в ряду 0,05 м
Число стержней в ряду 17
Расстояние между рядами 0,05 м
Число рядов стержней 21



- - учитываемые стержни (128 шт)
- - неучитываемые стержни

Результаты расчета по комбинациям загрузений

$P = 54 \text{ Т}$

$M_x = 0 \text{ Т*м}$

$M_y = 0 \text{ Т*м}$

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.48	прочность на продавливание бетонного элемента с поперечной арматурой при действии сосредоточенной силы	0,565
пп. 8.1.48, 8.1.47	прочность на продавливание от действия сосредоточенной силы бетонного элемента с поперечной арматурой за границей расположения поперечной арматуры	0,77

Коэффициент использования 0,77 - прочность на продавливание от действия сосредоточенной силы бетонного элемента с поперечной арматурой за границей расположения поперечной арматуры

5 Выводы

По результатам расчетов примем следующее армирование:

Участков плит над 1-3 этажами:

- Нижнее армирование:

Фоновая арматура d12 A500 шаг 200, усиление d16 A500 шаг 200 мм;

- Верхнее армирование:

Фоновая арматура d12 A500 шаг 200, усиление d16 A500 шаг 100 мм и 200 мм;

- Поперечное армирование:

128d8 A240 вокруг каждой средней колонны.

Максимальный прогиб вновь возводимого перекрытия выявлен над 1 этажом $f=7,7$ мм (см. рисунок 4.35) и не превышает предельного значения СП 20.13330.2016 $f_u=7500/200=37,5$ мм $> f=7,7$ мм

Колонн:

- Продольное армирование:

12 d20 A500 для колонн К1-К4 и К7 и

9 d20 A500 для колонн К5, К6 и К8

- Поперечное армирование:

2d8 A240 вдоль каждой оси для всех марок колонн.

Схемы усиления колонн см. рисунки 5.1 и 5.2

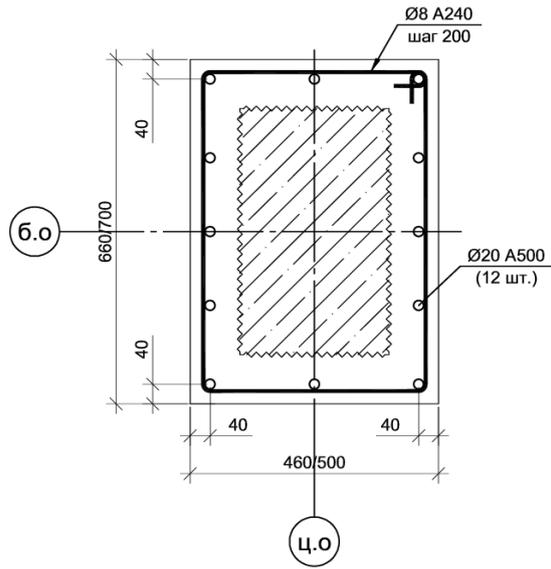


Рисунок 5.1 – Схема усиления колонн К1-К4 и К7

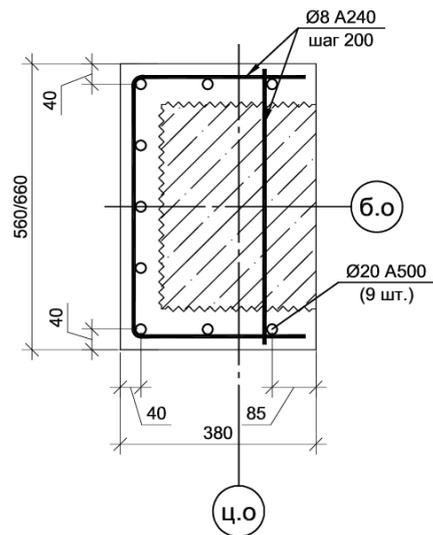


Рисунок 5.2 – Схема усиления колонн К5, К6 и К8