

ЗАО «Проект-8»

Двухсекционный 17-этажный жилой дом со встроенными помещениями
общественного назначения и подземной автостоянкой
по ул. Воровского, 69, г. Батайска РО

РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ ДВУХСЕКЦИОННОГО 17-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО
ДОМА ПО УЛ. ВОРОВСКОГО, 69, г. БАТАЙСКА

Технический отчет

СЕКЦИЯ 1А

Часть 1. 051-2008-1-PP2

Книга 1. Исходные данные. Фундаментная плита. Стены подвала.
Перекрытие на отметке $-0,150$. Колонны

Генеральный директор ЗАО «Проект-8»

А.Е. Смахунов

Главный инженер проекта

Н.В. Тен

Ответственный исполнитель:
руководитель группы

А.И. Русаков

Исполнитель: инженер

Т.В. Фальчикова

2009

Аннотация

Объект расчета 051-2008-1 представляет собой двухсекционный 17-этажный жилой дом со встроенными помещениями общественного назначения и подземной автостоянкой по ул. Воровского, 69, г. Батайска. Дом имеет монолитный железобетонный каркас, состоящий из перекрытий, колонн и диафрагм жесткости. Каркас разделен на отсеки деформационными швами. Секция 1А представляет собой 17-этажный отсек в осях 1—12 на свайном основании; секция 1Б состоит из двух отсеков: отсек в осях 17—28 располагается на свайном основании и содержит 17-этажную наземную часть; отсек в осях 13—16 служит частью подземного гаража, не имеет наземных этажей и располагается на грунтовом основании.

Часть 1 настоящего отчета содержит расчет конструкции секции 1А, часть 2 содержит расчет конструкции отсека в осях 17—28 секции 1Б, часть 3 содержит расчет конструкции отсека в осях 13—16 секции 1Б.

Отчет в части 1 содержит следующие результаты прочностных расчетов секции 1А: оценку горизонтальных перемещений и проверку требований СНиП по деформациям каркаса; расчет на общую устойчивость; анализ динамики сооружения; расчеты на продавливание; расчеты армирования элементов, обеспечивающие требования СНиП по предельным состояниям 1-й и 2-й групп. Расчеты основания дома представлены в отчете «Расчет основания ... жилого дома по ул. Воровского, 69, г. Батайска. 051-2008-1-PP1. ЗАО «Проект-8», Ростов-на-Дону, 2009».

Расчеты выполнены в программном комплексе ЛИРА 9.2. Построена пространственная модель каркаса на основе конечных элементов (КЭ) «оболочка» и «стержень» с использованием модели свайного поля на основе КЭ 51. Параметр жесткости КЭ 51 принят равным жесткости сваи в составе поля $K_{1п} = 1767$ т/м согласно отчету 051-2008-1-PP1. Результаты расчетов представлены с помощью цветowych диаграмм интенсивности арматуры, а также таблиц армирования для стержневых элементов.

Часть 1 отчета подготовлена в двух книгах: в первой книге представлены сведения о конечно-элементной модели для секции 1А и результатах расчетов деформированного состояния каркаса; помещены результаты расчетов армирования элементов конструкции ниже отм. 0,000 (фундаментной плиты, плиты перекрытия 1-го этажа, стен подвала); приводятся результаты армирования колонн дома в осях 1—12. Вторая книга содержит результаты расчета плит надземной части и диафрагм жесткости.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Исходные данные на расчет
1.1.	Конструктивная схема и архитектурные решения объекта
1.2.	Пояснительная записка (общая характеристика модели и правила чтения результатов)
1.3.	Схема сооружения
1.4.	Жесткости элементов
1.5.	Нагрузки
2.	Специальные расчеты
2.1.	Распечатка протокола
2.2.	Анализ динамических свойств здания
2.3.	Расчет на устойчивость
2.4.	Горизонтальные перемещения
2.5.	Прогибы
2.6.	Расчет на продавливание
3.	Армирование части здания до нулевой отметки.
3.1.	Фундаментная плита
3.2.	Подвальные стены
3.4.	Перекрытие Пм1 (на отметке $-0,150$)
4.	Расчет колонн
4.1.	Пояснительная записка
4.2.	Армирование колонн в осях В–Г
4.3.	Армирование колонн на оси Ж
4.4.	Армирование колонн в осях К–Н
4.5.	Армирование колонн на оси С
4.6.	Армирование колонн на оси У

Часть 2. СЕКЦИЯ 1Б В ОСЯХ 17—28. Книга 1. Исходные данные. Фундаментная плита. Стены подвала. Перекрытие на отметке $-0,150$. Колонны

Часть 2. СЕКЦИЯ 1Б В ОСЯХ 17—28. Книга 2. Плиты надземной части. Диафрагмы жесткости

Часть 3. СЕКЦИЯ 1Б В ОСЯХ 13—16

1. Исходные данные на расчет

1.1. Конструктивная схема и архитектурные решения объекта

Объект расчета 051-2008-1 представляет собой двухсекционный 17-этажный жилой дом со встроенными помещениями общественного назначения и подземной автостоянкой по ул. Воровского, 69, г. Батайска. Дом имеет монолитный железобетонный каркас, состоящий из перекрытий, колонн и диафрагм жесткости. Каркас разделен на отсеки деформационными швами. Каждый отсек есть рамно-связевый каркас, работающий как единое целое. Секция 1А представляет собой 17-этажный отсек в осях 1—12; секция 1Б состоит из двух отсеков: отсек в осях 17—28 содержит 17-этажную наземную часть; отсек в осях 13—16 не имеет наземных этажей. Подземная часть каждого отсека представляет собой: функционально — одноярусную автостоянку, конструктивно — монолитное сооружение, состоящее из фундаментной плиты, стен, колонн, диафрагм жесткости и плиты перекрытия. Наземная часть каждой секции содержит: 1-й этаж — офисный, этажи 2—17 — жилые квартиры, кровлю, а также чердачную надстройку над лифтовыми и лестничной шахтами. Несущими элементами наземной части служат перекрытия, диафрагмы жесткости и колонны.

Элементы каркаса выполнены из бетона класса В25, продольной арматуры класса А3 и поперечной арматуры класса А3.

Архитектурные решения представлены чертежами, включенными в настоящий подраздел, с. 6—32.

1.2. Пояснительная записка (общая характеристика модели и правила чтения результатов).

1.2.1. Введение

Расчет проведен на основе МКЭ в перемещениях с помощью программного комплекса ЛИРА 9.2. Объект расчета 051-2008-1А (секция 1А двухсекционного 17-этажного жилого дома со встроенными помещениями общественного назначения и подземной автостоянкой по ул. Воровского, 69, г. Батайска). Расчет проведен согласно следующим руководящим документам:

СНиП 2.01.07-85* (с изм. 2003 г.). Нагрузки и воздействия;

СНиП 2.03.01-84* (с изм. 1997 г.). Бетонные и железобетонные конструкции;

Свод правил по проектированию и строительству СП 52-101-2003;

Свод правил по проектированию и строительству СП 52-103-2007;

Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (Приложение к СП 52-101-2003). М.: ЦНИИпромзданий, 2005.

Расчет выполнен по требованиям первой и второй групп предельных состояний. Расчеты по первой группе предельных состояний содержат расчет на устойчивость формы каркаса, расчет на продавливание и расчет напряженно-деформированного состояния (НДС), результатом которого является армирование конструкции. Расчеты по второй группе предельных состояний включают в себя расчет на раскрытие трещин, выполняемый в программном комплексе ЛИРА в процедурах армирования, и проверки по прогибам и горизонтальным перемещениям каркаса, которые проведены по итогам моделирования.

Имя задачи: вор-051-А.

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ;

тип 41. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки;

тип 42. Универсальный треугольный КЭ оболочки;

тип 44. Универсальный четырехугольный КЭ оболочки;

тип 51. Связь конечной жесткости;

суперэлемент vor-SE.

Для моделирования работы сваи в составе свайного поля используется элемент 51, жесткость которого задается по результатам отчета 051-2008-1-PP1 и составляет $K_{1п} = 1767$ т/м.

Каждый узел модели имеет три линейных и три угловых степени свободы:

X – линейная по оси X;

Y – линейная по оси Y;

Z – линейная по оси Z;

UX – угловая вокруг оси X;

UY – угловая вокруг оси Y;

UZ – угловая вокруг оси Z.

Угловые перемещения считаются положительными, если они вращают узел против часовой стрелки относительно наблюдателя, который смотрит на узел с конца оси вращения.

Перечень нагрузок:

загрузка 1 – постоянная нагрузка от собственного веса несущих конструкций и ограждений по периметру (веса наружных стен, ограждений балконов, парапетов);

загрузка 2 – постоянная нагрузка от веса покрытий (полов, стяжек и проч.);

загрузка 3 – временная длительная нагрузка от межквартирных и внутренних перегородок;

загрузка 4 – кратковременная полезная нагрузка, распределенная по площадям горизонтальных элементов;

загрузка 5 – кратковременная снеговая нагрузка на кровле и балконах;

загрузка 6 – загрузка от статического действия ветра в направлении X ;

загрузка 7 – загрузка от статического действия ветра в направлении Y ;

загрузка 8 – кратковременная нагрузка от действия ветра в направлении X с учетом инерционных сил;

загрузка 9 – кратковременная нагрузка от действия ветра в направлении Y с учетом инерционных сил.

Алгоритм вычисления РСУ основан на накоплении суммарных наибольших и наименьших значений тех величин, которые принимаются в качестве критерия. Такими критериями приняты:

в стержнях – нормальные напряжения в наиболее удаленных от центра тяжести точках сечения, касательные напряжения в серединах сторон сечения, а также наибольшие и наименьшие продольные усилия и перерезывающие силы;

в пластинах – нормальные и касательные напряжения на нижней, срединной и верхней поверхностях.

1.2.2. Обозначения и правила знаков

Все результаты представлены в правосторонней декартовой системе координат (СК). Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Для стержней (элемент типа 10) на рис. 1.1 показаны местная СК $X_1Y_1Z_1$ и положительные направления усилий. Показанный конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

N – осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению;

M_k – крутящий момент относительно оси X_1 ; положительный

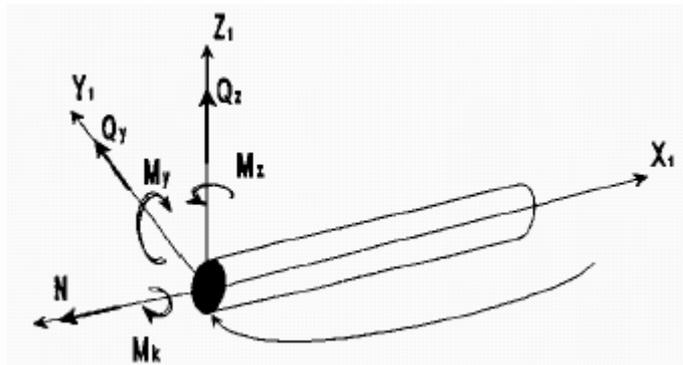


Рис. 1.1

знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X_1 на сечение, содержащее начало координат (на рис. выделено заливкой);

M_Y – изгибающий момент относительно оси Y_1 ; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y_1 на сечение, содержащее начало координат;

M_Z – изгибающий момент относительно оси Z_1 ; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z_1 на сечение, содержащее начало координат;

Q_Y – перерезывающая сила вдоль оси Y_1 ; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Y_1 для сечения, содержащего начало координат;

Q_Z – перерезывающая сила вдоль оси Z_1 ; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Z_1 для сечения, содержащего начало координат.

Для оболочек (элементы типа 41, 42, 44) на рис. 1.2 показаны положительные направления усилий относительно местной СК $X_1Y_1Z_1$. Элемент срединной поверхности пластины на данных рисунках можно рассматривать как прямо-

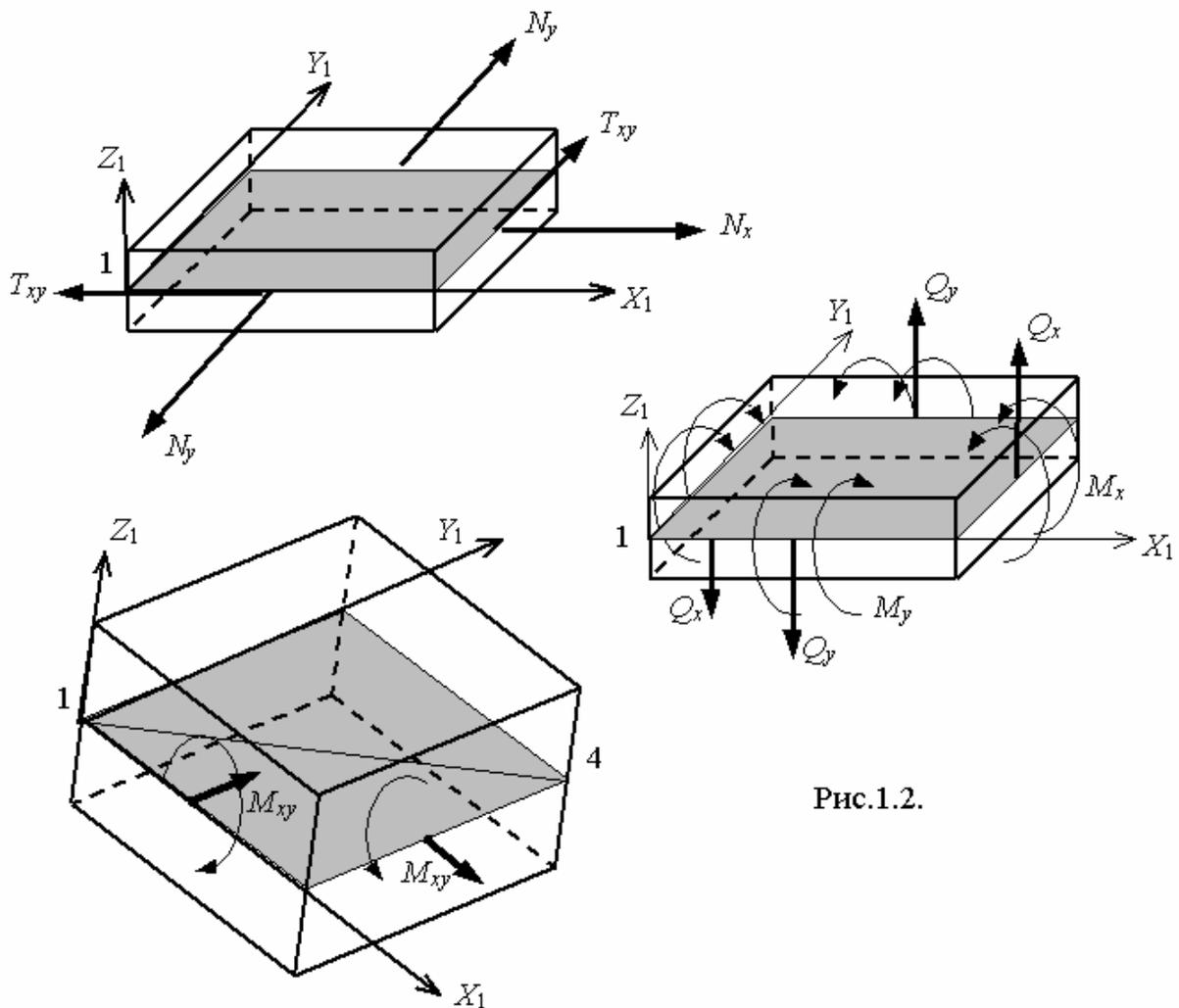


Рис.1.2.

угольный КЭ.

Конечный элемент оболочки воспринимает следующие виды усилий, напряжений и реакций:

N_X – нормальное напряжение вдоль оси X_1 ; положительный знак соответствует растяжению;

N_Y – нормальное напряжение вдоль оси Y_1 ; положительный знак соответствует растяжению;

N_Z – нормальное напряжение вдоль оси Z_1 (для случая плоской деформации); положительный знак соответствует растяжению;

T_{XY} – сдвигающее напряжение, параллельное оси X_1 и лежащее в плоскости, параллельной X_1Z_1 ; за положительное принято направление, совпадающее с направлением оси X_1 , если N_Y совпадает по направлению с осью Y_1 ;

M_X – момент, действующий на сечение, ортогональное оси X_1 ; положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z_1);

M_Y – момент, действующий на сечение, ортогональное оси Y_1 ; положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z_1);

M_{XY} – крутящий момент; положительный знак соответствует кривизне диагонали 1–4, направленной выпуклостью вниз (относительно оси Z_1);

Q_X – перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси X_1 ; положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси Z_1 на сечении элемента пластины, не содержащем начала координат (узел 1 для прямоугольного элемента);

Q_Y – перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси Y_1 ; положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси Z_1 на сечении элемента пластины, не содержащем начала координат;

R_Z – реактивный отпор грунта (при расчете оболочек на упругом основании); положительное усилие действует противоположно направлению оси Z_1 (грунт растянут).

1.2.3. Модули армирования

Армирование конструкции выполняется в автоматическом режиме с помощью модулей СТЕРЖЕНЬ и «Армирование пластинчатых элементов» программы ЛИР-АРМ 9.2. Выполняется расчет по первой (прочность) и второй (трещиностойкость) группе предельных состояний. Ширина раскрытия трещин задавалась: кратковременных 0,4 мм, длительных 0,3 мм.

Модуль армирования "СТЕРЖЕНЬ" предназначен для подбора арматуры в стержневых элементах от полной совокупности внутренних усилий, установленных по расчетным сочетаниям усилий.

При подборе продольной арматуры предельное состояние сечения принято в соответствии со СНиП 2.03.01-84* ("Бетонные и железобетонные конструкции"): сжатая зона бетона с расчетным напряжением, растянутая и сжатая арматура с расчетными сопротивлениями стали. Выполнено симметричное армирование относительно местных осей сечения. Использован алгоритм дискретной армату-

ры, в котором стержни приоритетно располагаются в угловых зонах сечения, а распределенная арматура используется при необходимости.

Схема расположения арматуры для прямоугольного сечения показана на рис. 1.3. Вид сечения – со стороны отрицательной полуоси X местной СК. Обозначения:

AU1 – площадь угловой нижней продольной арматуры (в левом нижнем углу сечения);

AU2 – площадь угловой нижней продольной арматуры (в правом нижнем углу сечения);

AU3 – площадь угловой верхней продольной арматуры (в левом верхнем углу сечения);

AU4 – площадь угловой верхней продольной арматуры (в правом верхнем углу сечения);

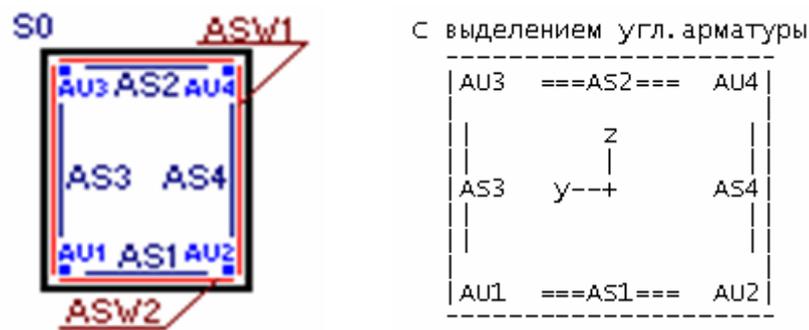


Рис. 1.3

AS1 – площадь нижней продольной арматуры;

AS2 – площадь верхней продольной арматуры;

AS3 – площадь боковой продольной арматуры (у левой кромки сечения);

AS4 – площадь боковой продольной арматуры (у правой кромки сечения);

ASW1 – площадь вертикальной поперечной арматуры (см^2), подобранной при шаге хомутов 100 см;

ASW2 – площадь горизонтальной поперечной арматуры (см^2), подобранной при шаге хомутов 100 см.

В таблице результатов площади угловых стержней выведены в графах AU1, AU2, AU3, AU4, а в графах AS1, AS2, AS3, AS4 – площади арматуры, за исключением площадей угловых стержней.

Модуль «Армирование пластинчатых элементов» предназначен для определения армирования тонкостенных железобетонных элементов. В решаемой задаче этот модуль использовался для армирования оболочек. Подбор арматуры выполнялся по полной совокупности внутренних усилий в оболочке, установленных по расчетным сочетаниям усилий. Продольная арматура обеспечивает прочность при действии усилий N_x , N_y , T_{xy} , M_x , M_y . Поперечная арматура обеспечивает прочность при действии усилий Q_x , Q_y .

Схема расположения продольной арматуры в оболочке показана на рис. 1.4. Для горизонтальных элементов обеспечивается параллельность одноименных осей глобальной и местной СК (Z параллельна $Z1$ и т. д.). В случае, если элемент вертикален, местная ось $Y1$ выбирается вертикальной.

Для площади продольной арматуры (см^2) на погонный метр используются обозначения:

$AS1$ ($ASx-n$) – площадь нижней арматуры по направлению X (для балки-стенки посередине);

$AS2$ ($ASx-v$) – площадь верхней арматуры по направлению X ;

$AS3$ ($ASy-n$) – площадь нижней арматуры по направлению Y (для балки-стенки посередине);

$AS4$ ($ASy-v$) – площадь верхней арматуры по направлению Y .

Поперечная арматура также задается площадью арматуры (см^2) на погонный метр. Обозначения:

$ASW1$ – площадь поперечной арматуры по направлению X на полосе шириной 1 м при шаге хомутов 100 см;

$ASW2$ – площадь поперечной арматуры по направлению Y на полосе шириной 1 м при шаге хомутов 100 см.

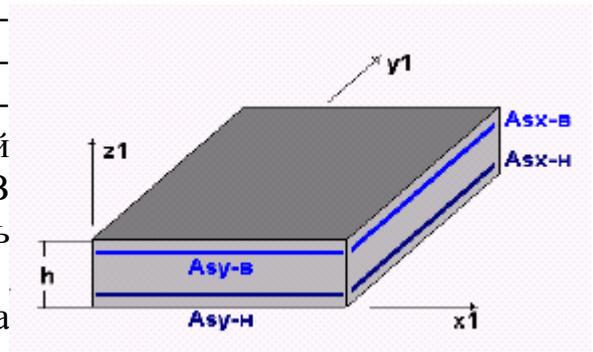


Рис. 1.4

1.3. Схема сооружения

Объект расчета представлен системой конечных элементов, показанной на нижеследующих рисунках подраздела. Конечно-элементной схеме предшествуют 3D-изображения, выполненные в ЛИР-ВИЗОР.

вор-051-А.13d

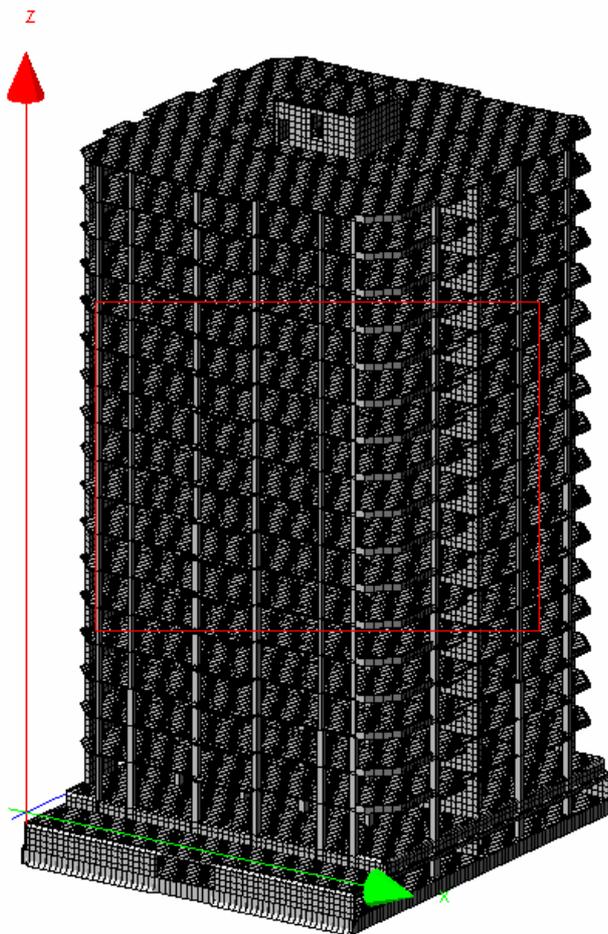


Рис. 1.5. Вид на фасад 1–12 в аксонометрии

вор-051-А.13d

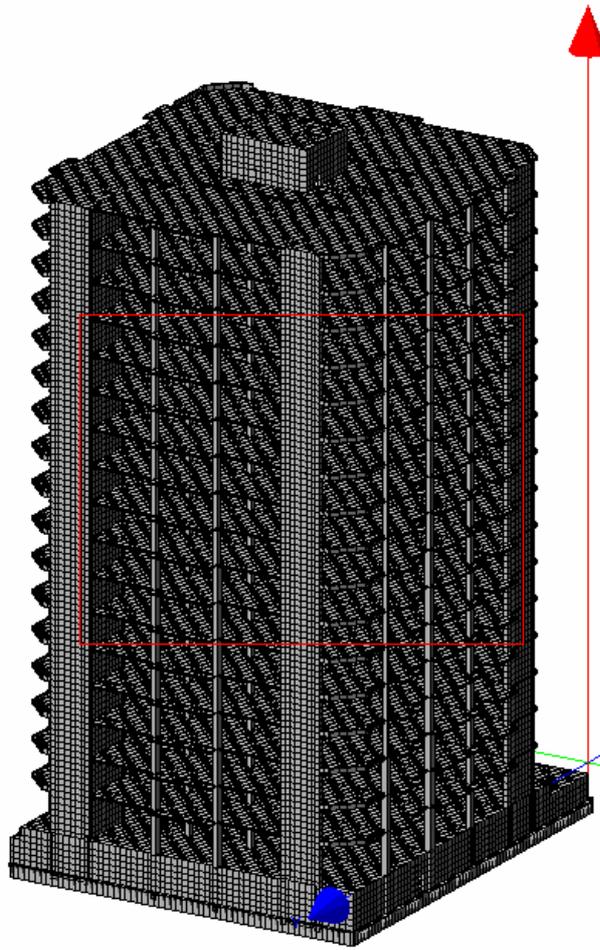


Рис. 1.6. Вид на фасад 12–1 в аксонометрии

Загружение 1

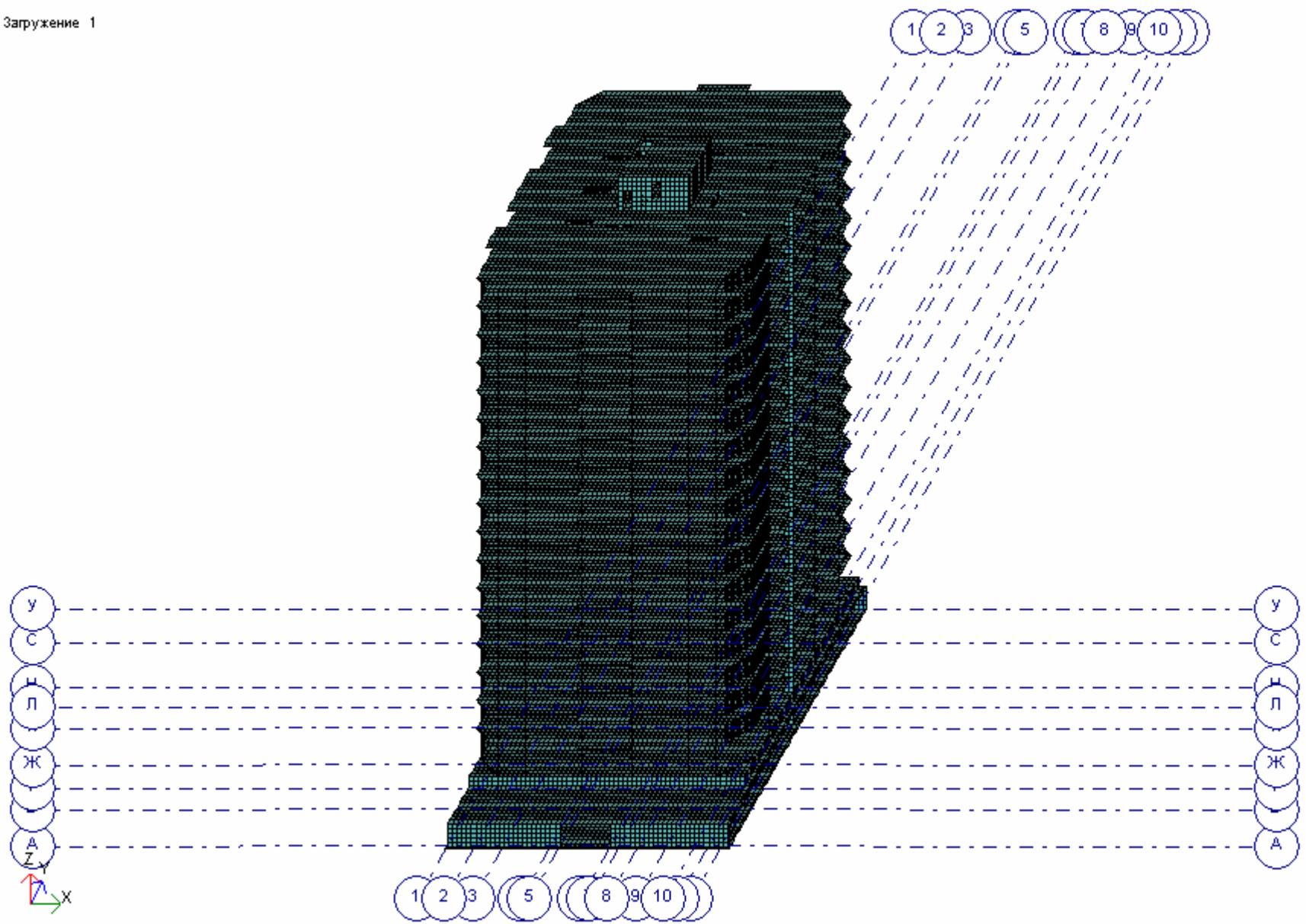


Рис. 1.7. Вид конечно-элементной модели со стороны фасада 1–12

Загружение 1

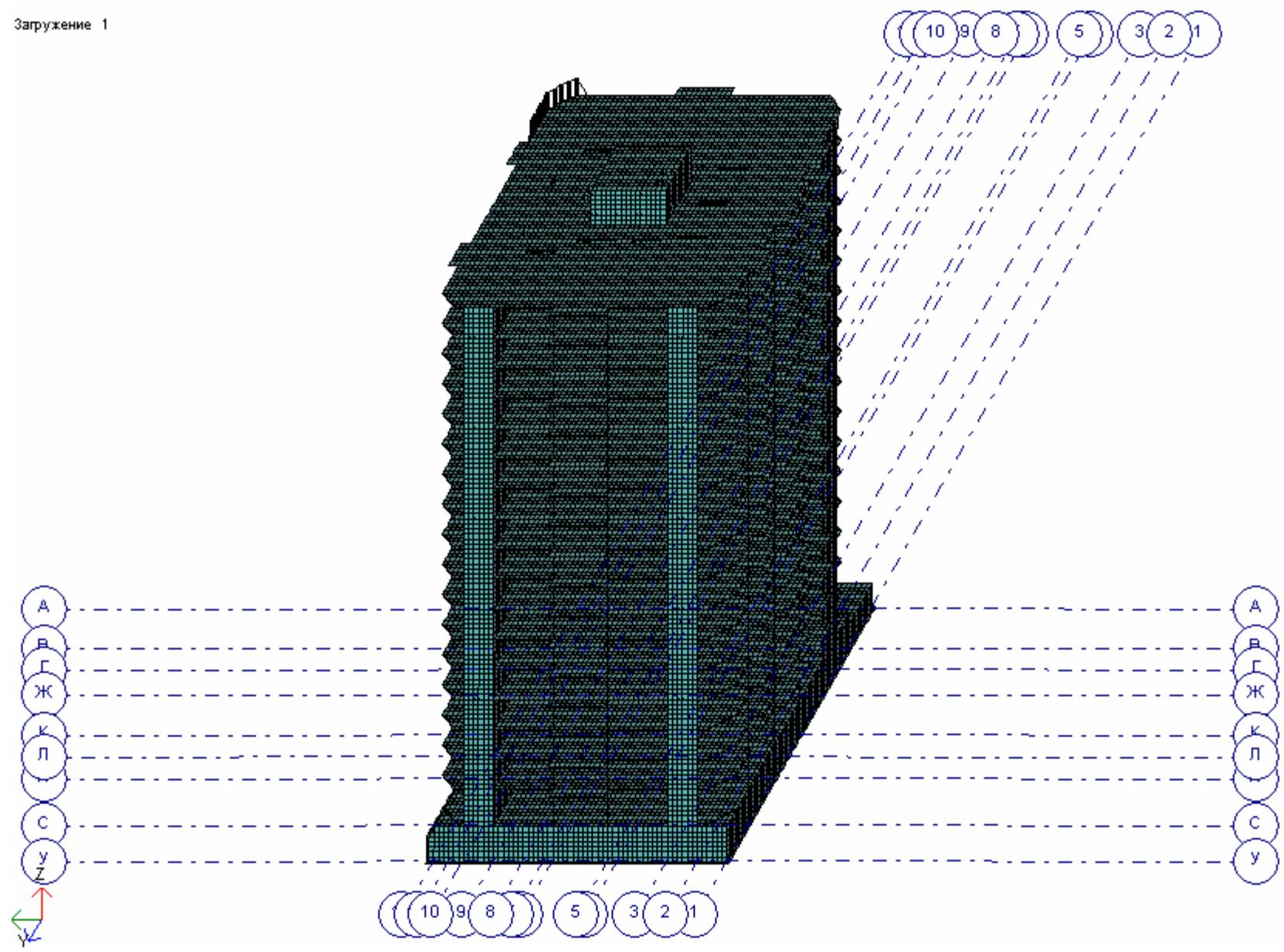


Рис. 1.8. Вид системы конечных элементов со стороны фасада 12-1

Загружение 1

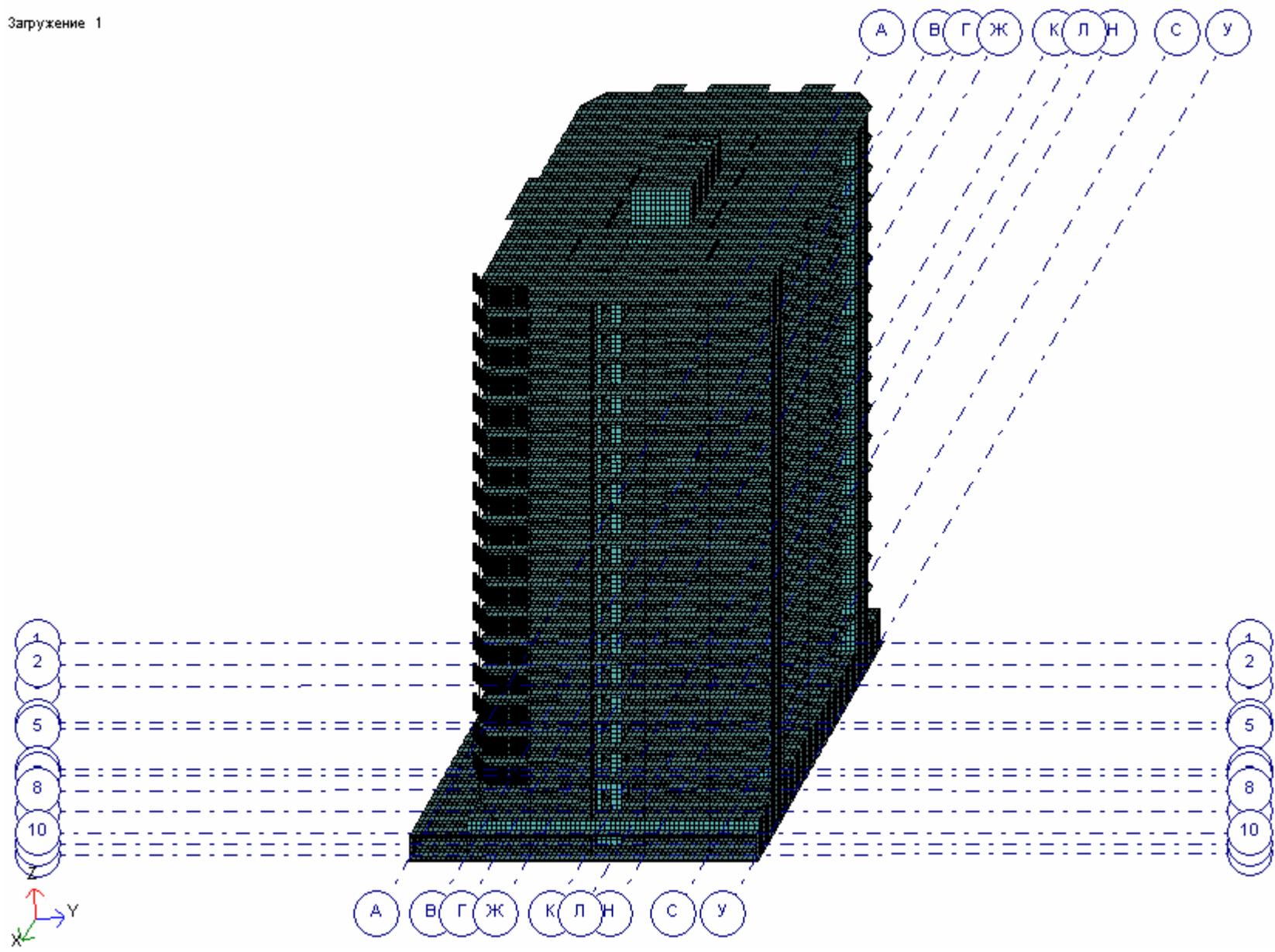


Рис. 1.9. Вид системы конечных элементов со стороны фасада А-У

Загрузка 1

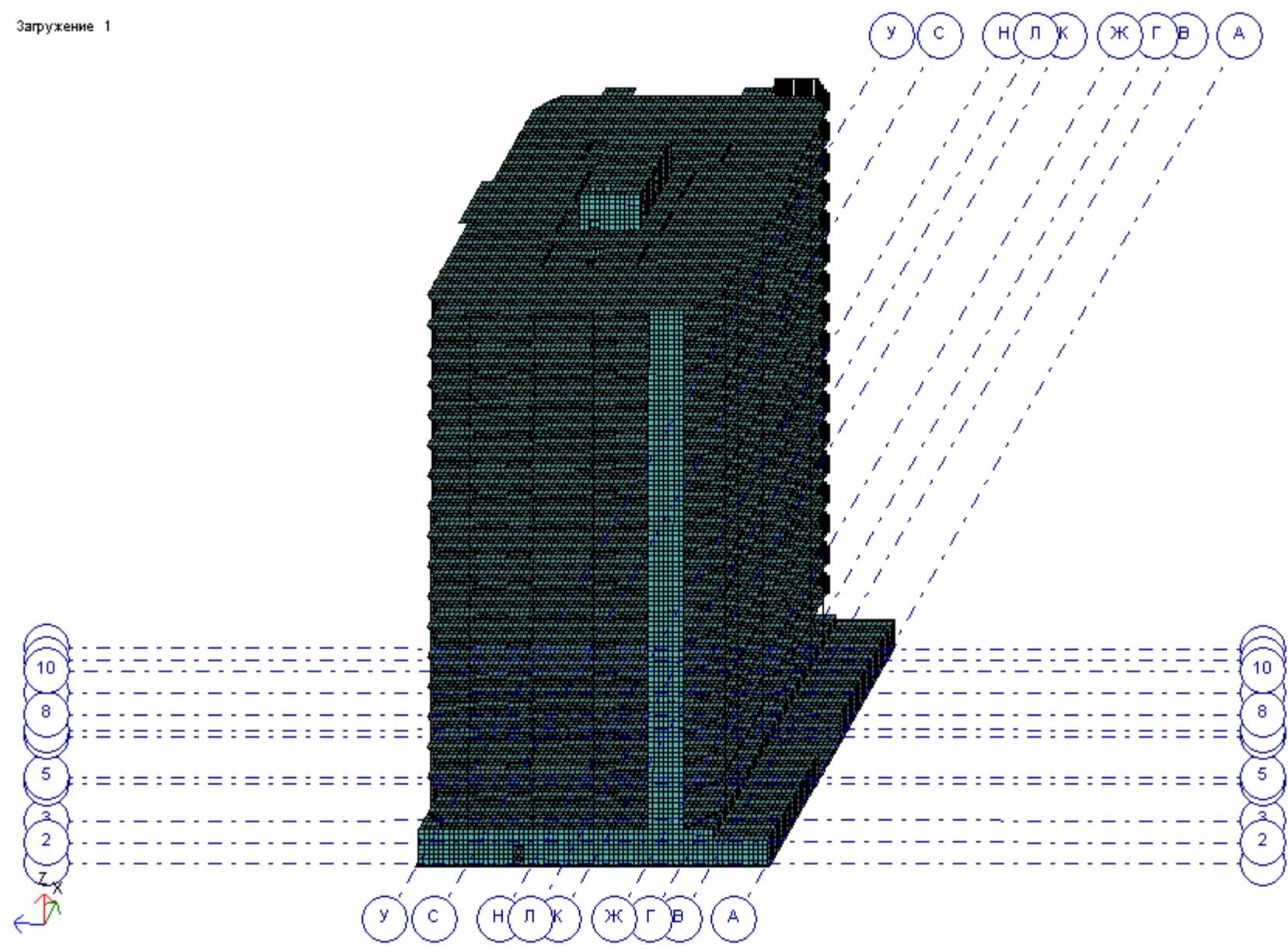


Рис. 1.10. Вид конечно-элементной модели со стороны фасада У-А

Загрузка 1

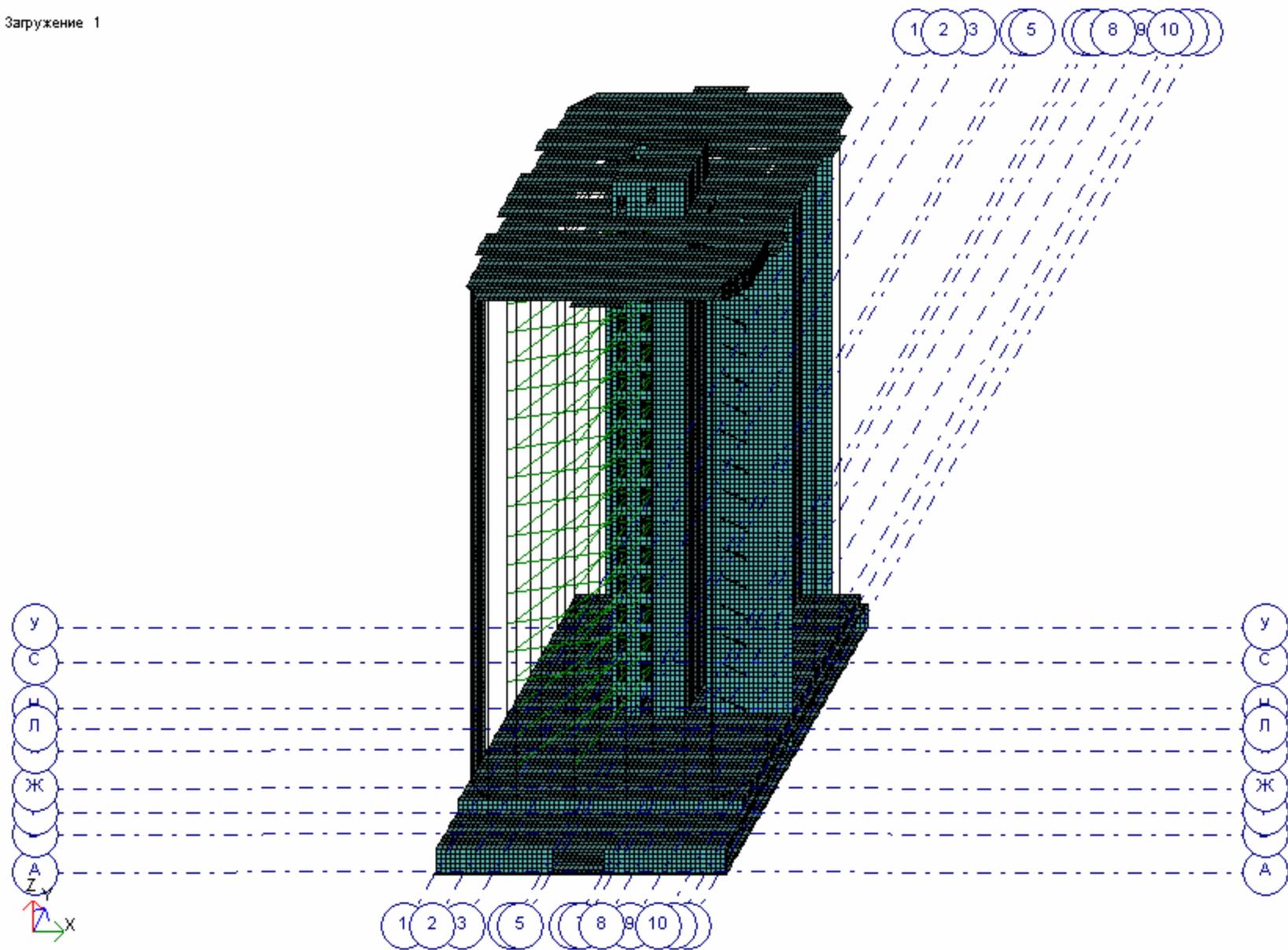


Рис. 1.11. Вид конечно-элементной модели при свернутых суперэлементах (фасад 1–12)

Загружение 1

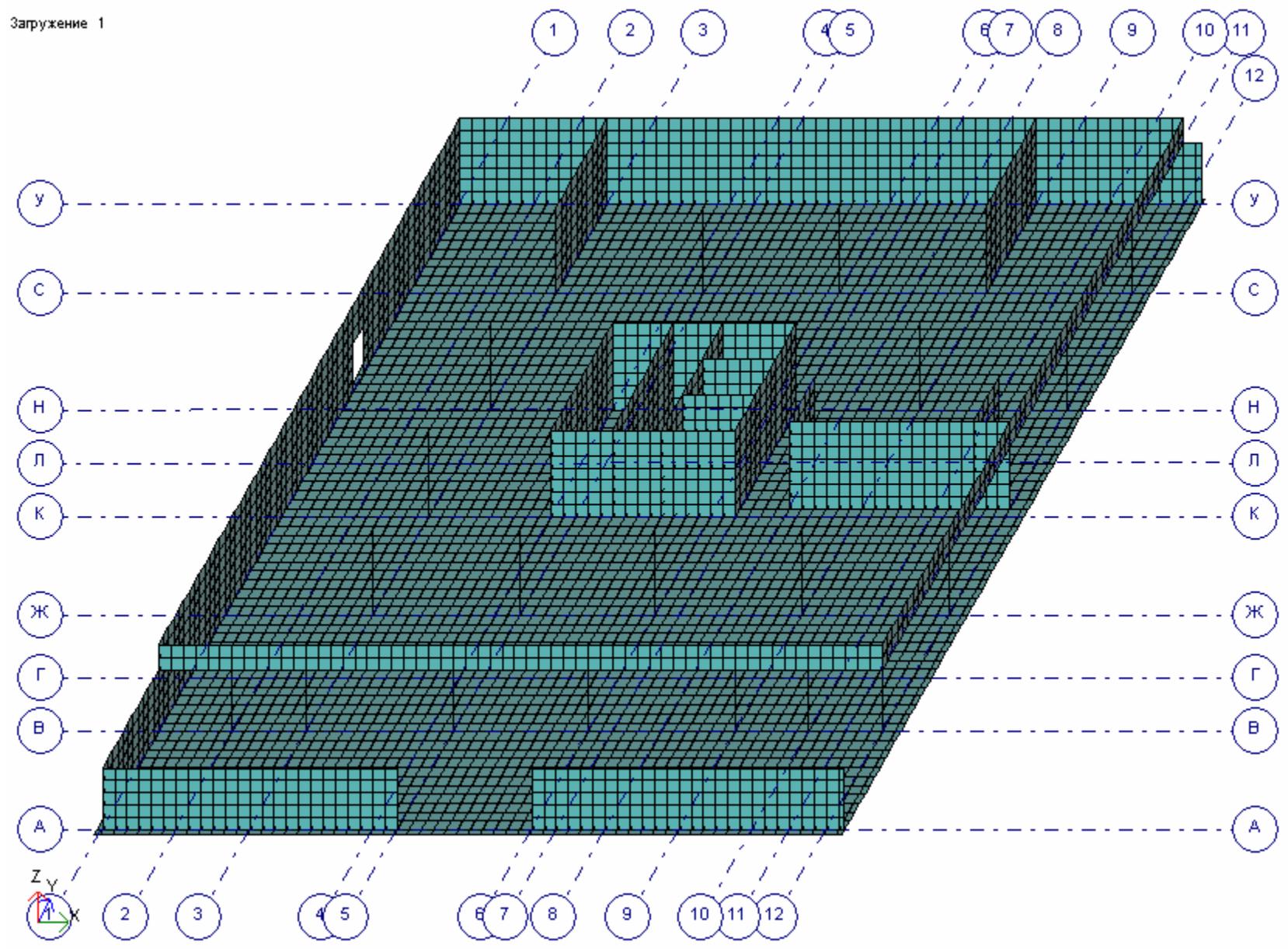


Рис. 1.12. Подвал

Загружение 1

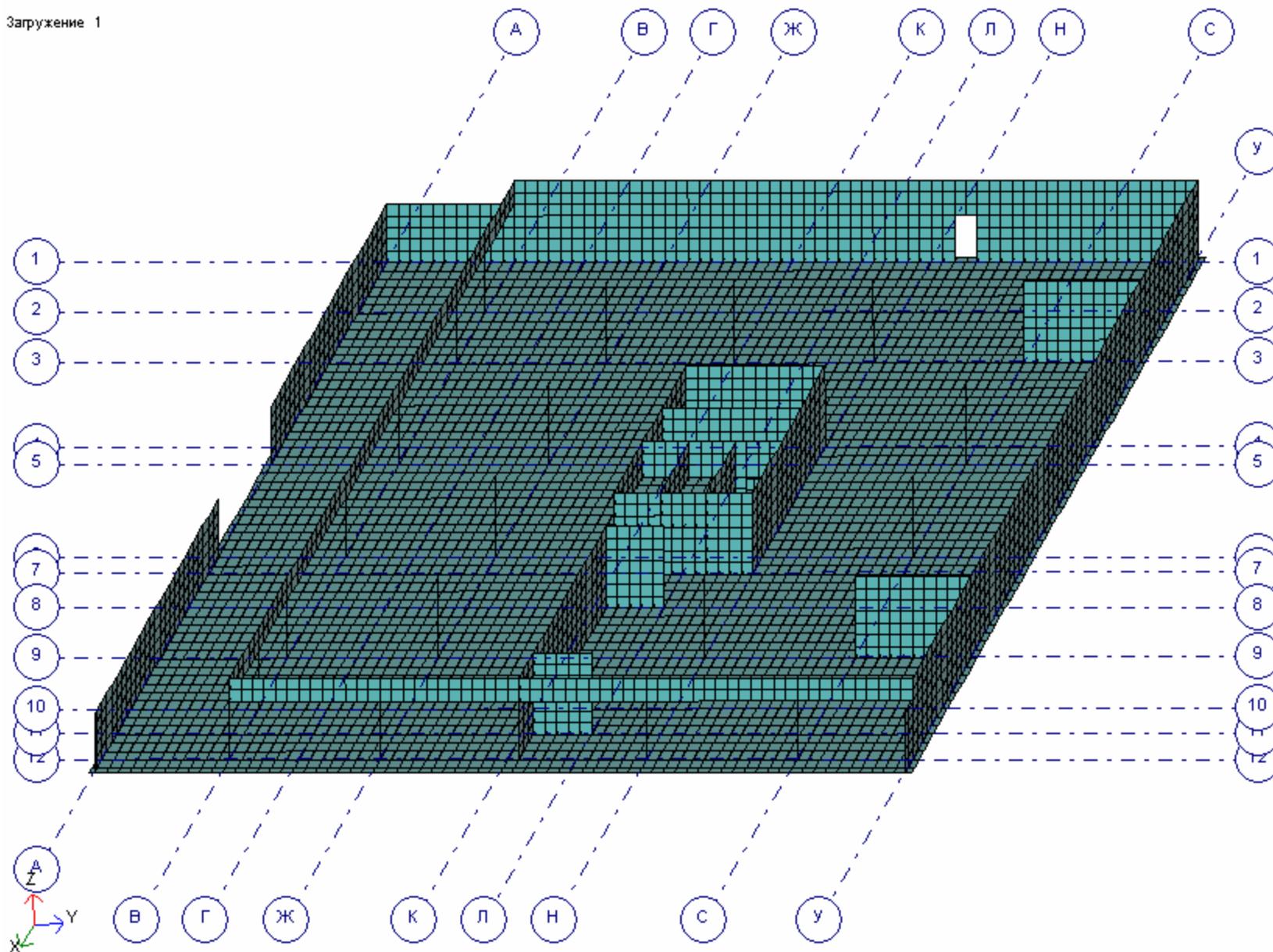


Рис. 1.13. Подвал (дополнительный вид)

Загружение 1

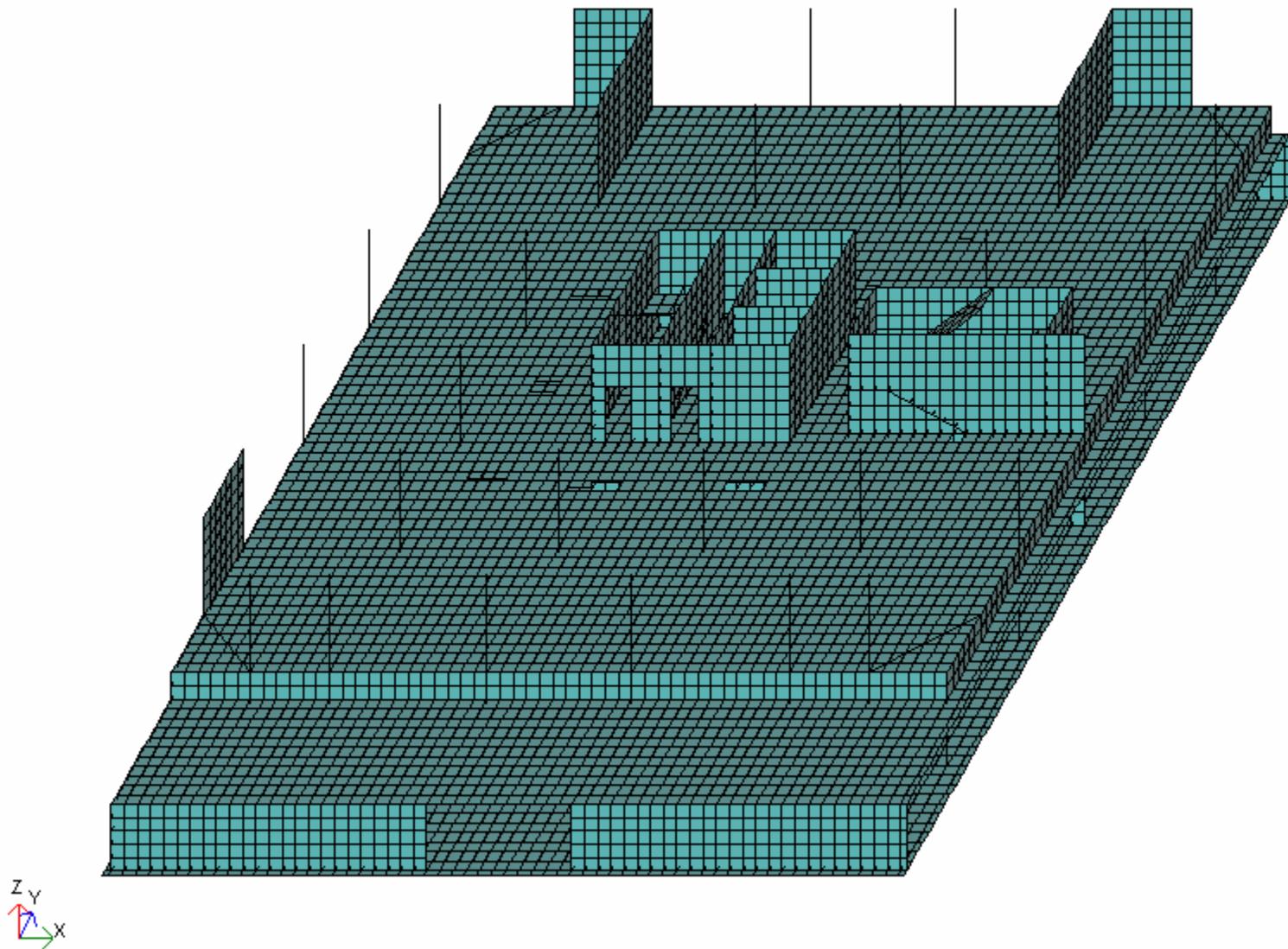


Рис. 1.14. Первый этаж

Загружение 1

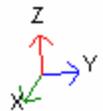
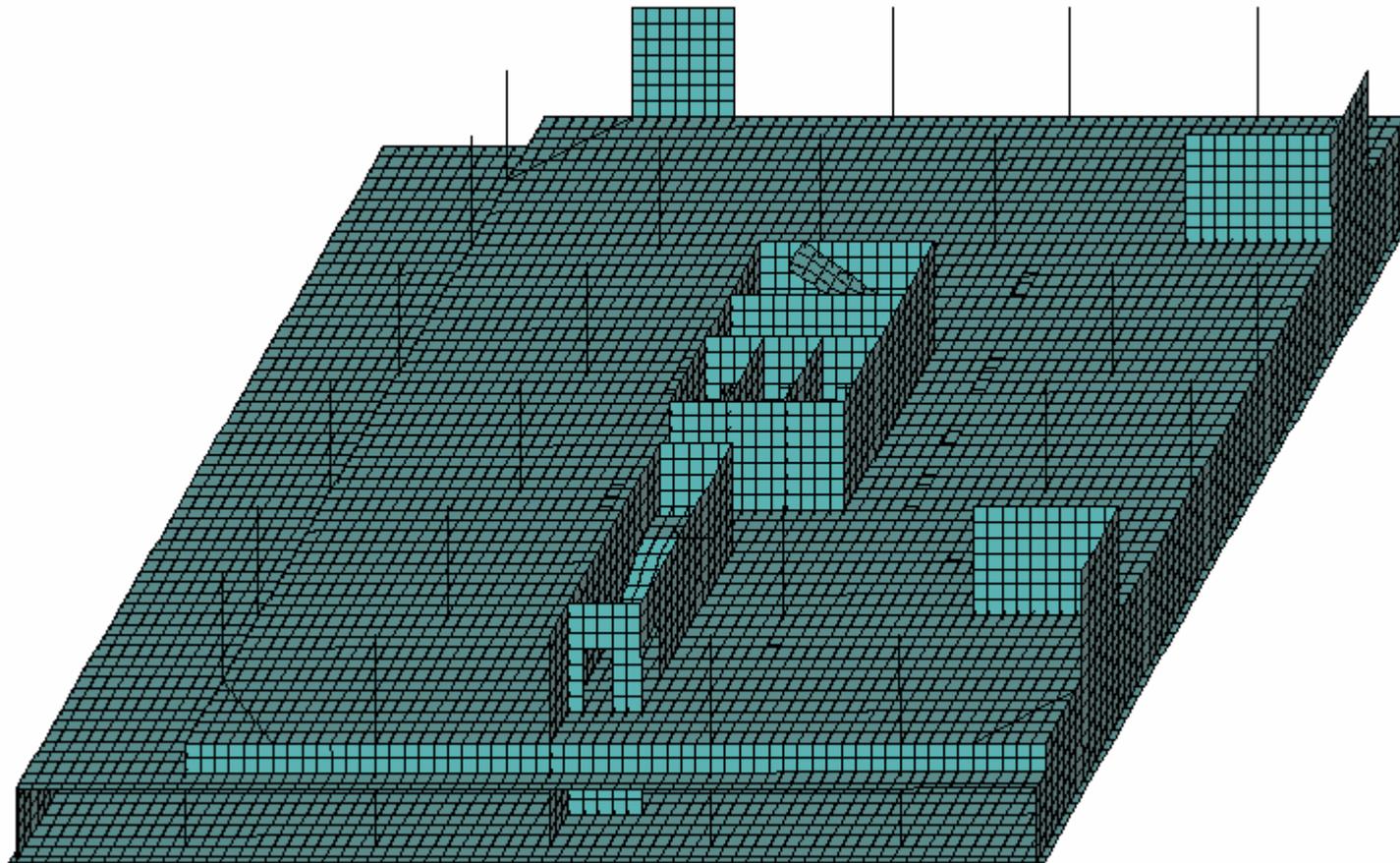


Рис. 1.15. Первый этаж (дополнительный вид)

Загружение 1

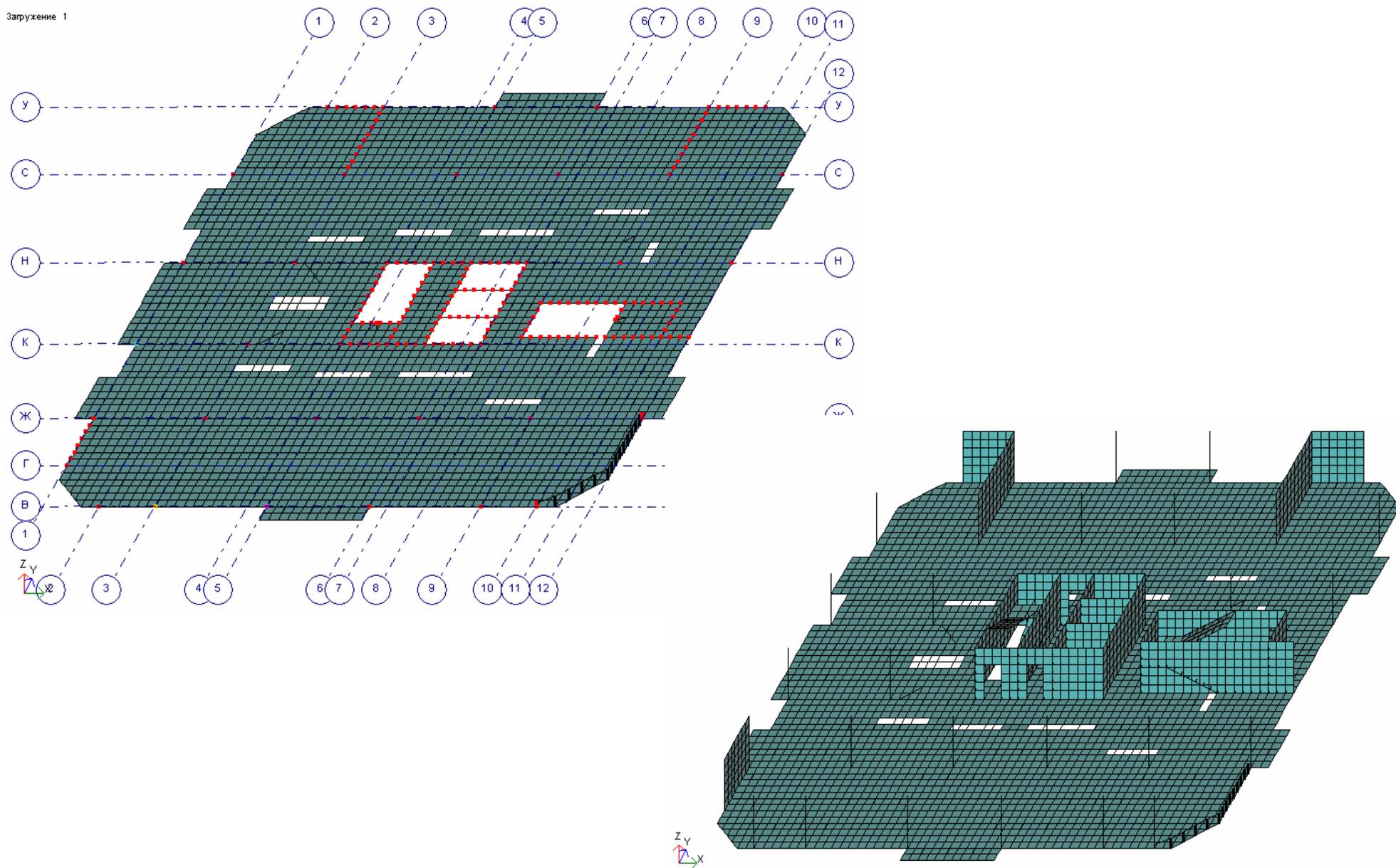


Рис. 1.16. Вверху – суперэлемент с выделенными суперузлами; внизу – суперэлемент в составе типового этажа

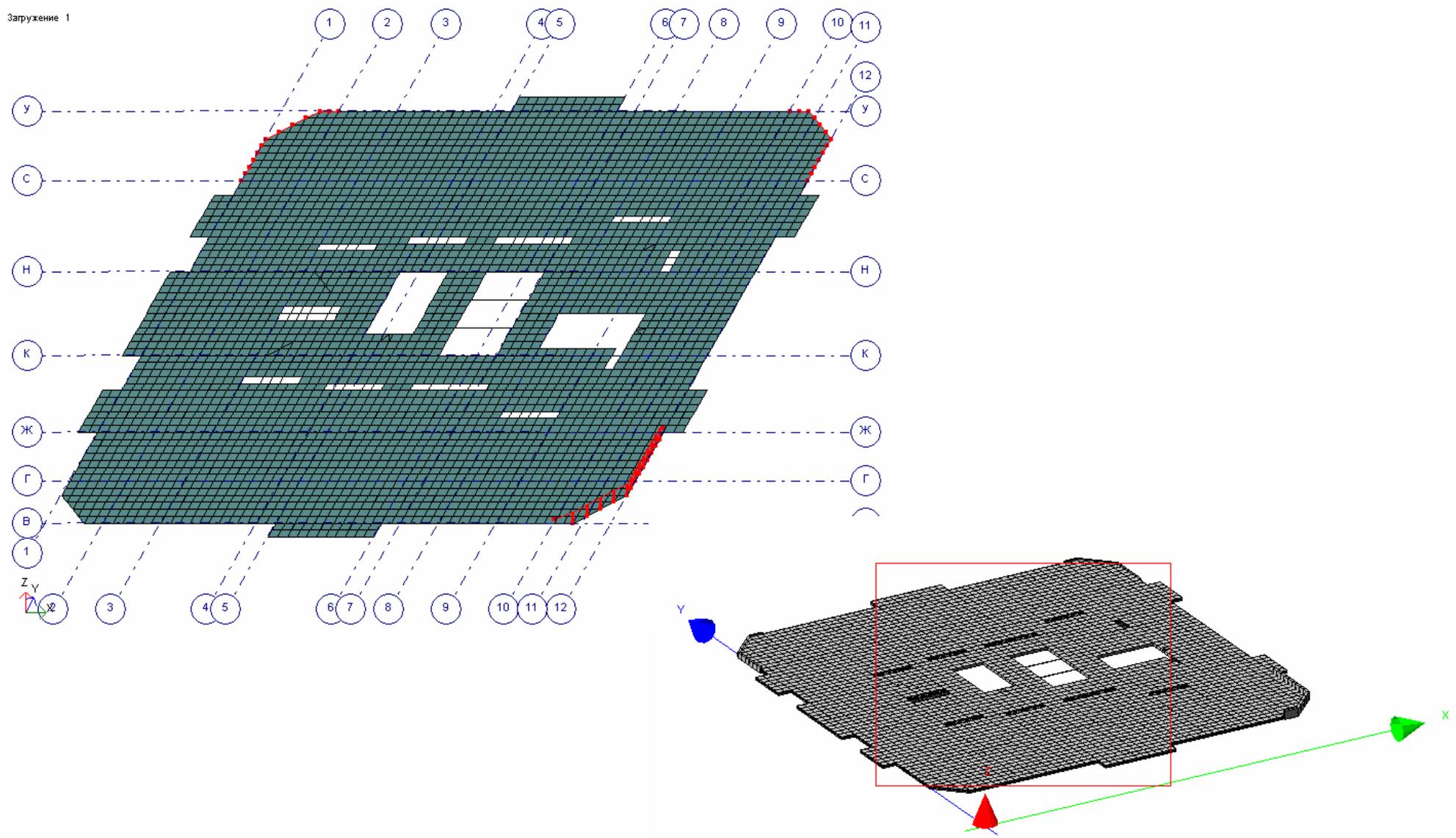


Рис. 1.17. Вверху – суперэлемент с выделенными ребрами жесткости (балками); внизу – 3-D изображение суперэлемента

Загрузка 1

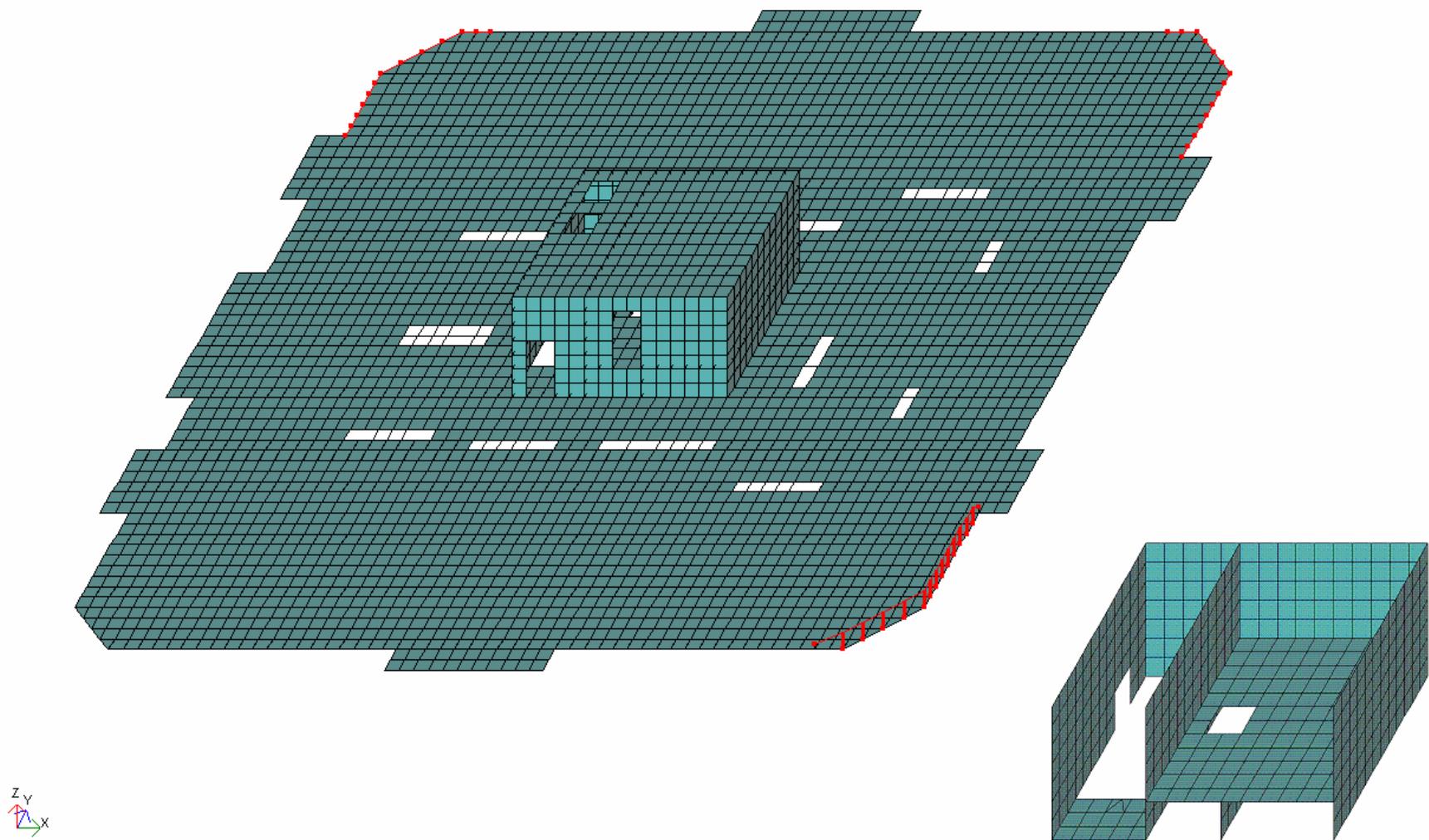


Рис. 1.18. Кровля. Выделены ребра жесткости (балки) на краях покрытия здания.
Внизу — чердачная надстройка без передней стены и покрытия

1.4. Жесткости элементов

Жесткости задаются следующей выборкой из файла документов данных вор-051-A_02. вор-051-а:

```

0D      ( 0/ 1; ВОР-051-А/ 2; 5/
0D      8; 1-37010 /
0D
0D      28; 1 0 0 0 1 0 0 0 1; /
0D      33;M 1 CM 100 T 1 C 1 /
0D      35;
0D      1 : 8;
0D      2 : 9; /
0D      39;
0D      1: ;
0D      2: ;
0D      3: ;
0D      4: ;
0D      5: ;
0D      6: ;
0D      7: ;
0D      8: ;
0D      9: ;
0D      /
0D      )
3D      1L ( 3/
3D      1L 1 3.060E+006 0.167 0.2 / жестк.№1 - диафрагмы
3D      2L 2 3.060E+006 0.167 0.3 / жестк.№2 - подвальные стены
3D      3L 4 3.060E+006 0.167 0.25 / жестк.№3 - перекрытие 1-го этажа
3D      4L 5 3.060E+006 0.1667 0.18 / жестк.№4 - межэтажные площадки
3D      5L 6 3.060E+006 0.1667 0.12 / жестк.№5 - лестницы
3D      6L 11 S0 3.060E+006 2 2/ жестк.№11 - вспомогательный элемент
3D      7L 12 S0 3.060E+006 2 2/ жестк.№12 - вспомогательный элемент
3D      8L 14 S0 3.060E+006 50 50/ жестк.№14 - колонны
3D      9L 16 S0 3.060E+006 2 2/ жестк.№16 - вспомогательный элемент
3D      10L 19 S0 3.060E+006 1 1/ жестк.№19 - вспомогательный элемент
3D      11L 22 3.060E+006 0.167 1.2 / жестк.№22 - фундаментная плита
3D      12L 26 3.060E+006 0.167 0.2 / жестк.№26 - перекрытие типового этажа
3D      13L 27 S0 3.060E+006 12 18/ жестк.№27 - балочка-перемычка
                                вент.каналов на межэтажных площадках
3D      14L 28 S0 3.060E+006 70 50/ жестк.№28 - колонны
3D      15L 29 S0 3.060E+006 40 40/ жестк.№29 - колонны
3D      16L 30 S0 3.060E+006 80 50/ жестк.№30 - колонны
3D      17L 31 3 1.767E+003 / жестк.№31 - сваи
3D      18L 33 S0 3.060E+006 12 20/ жестк.№33 - балочка вент.каналов кровли
3D      19L 34 S0 3.060E+006 12 25/ жестк.№34 - балочка вент.каналов 1 этажа
3D      20L 35 3.060E+006 0.167 0.45 / жестк.№35 - подвальные стены
3D      21L 37 S0 3.060E+006 15 40/ жестк.№37 - ребра жесткости покрытия
3D      22L 38 PSE=5 204 TSE=Vor-SE / жестк.№38 - суперэлемент
0D
3D      23L 39 S0 3.060E+006 20 60/ жестк.№39 (36) - ребро жесткости покрытия
3D      24L 0 AX 0 0 AY 0 0 AZ 0.2 0.2 / вставка внутри
                                ребра жесткости
3D      25L 0 TW 0/
3D      26L 40 S0 3.060E+006 20 60/ жестк.№40 (36) - ребро жесткости покрытия
3D      27L 0 AX 0.07 0 AY 0 0 AZ 0.19 0 / вставка внутри

```


- из расчета:

нагрузка от кирпичной кладки $h = 0,9$ м составляет $285 \text{ кгс/м}^2 \times 0,9 \text{ м} = 257 \text{ кгс/м}$;

нагрузка от плиты покрытия толщ. 100 мм составляет 222 кгс/м.

Загружение 2. Постоянная от веса покрытий (в т. ч. пола внутри помещений):

2.1. В подземной автостоянке везде, кроме лестниц, $144 \times 1,3 = 187 \text{ кгс/м}^2$

- из расчета:

асфальтобетон $0,08 \text{ м} \times 1800 \text{ кгс/м}^3 = 144 \text{ кгс/м}^2$.

2.2. На офисном и жилых этажах везде, кроме лестниц $101 \times 1,3 = 131 \text{ кгс/м}^2$

- из расчета:

плитка керам. $0,01 \text{ м} \times 1500 \text{ кгс/м}^3 = 15 \text{ кгс/м}^2$;

прослойка и заполнение швов цем. раствором $0,01 \times 1500 \text{ кгс/м}^3 = 15 \text{ кгс/м}^2$;

двухслойная гидроизоляция 5 кгс/м^2 ;

цем. стяжка $0,015 \times 1800 \text{ кгс/м}^2 = 27 \text{ кгс/м}^2$;

бет. стяжка $0,035 \times 1100 \text{ кгс/м}^3 = 39 \text{ кгс/м}^2$.

2.3. На машинной площадке лифтов $124 \times 1,3 = 161 \text{ кгс/м}^2$

- из расчета:

цем. стяжка $0,02 \text{ м} \times 1800 \text{ кгс/м}^3 = 36 \text{ кгс/м}^2$;

стяжка из легкого бетона $0,08 \text{ м} \times 1100 \text{ кгс/м}^3 = 88 \text{ кгс/м}^2$.

2.4. На кровле $167 \times 1,3 = 217 \text{ кгс/м}^2$

- из расчета:

цем. стяжка $0,03 \text{ м} \times 1800 \text{ кгс/м}^3 = 54 \text{ кгс/м}^2$;

уклонообразующая стяжка $0,08 \text{ м} \times 1100 \text{ кгс/м}^3 = 88 \text{ кгс/м}^2$;

двухслойная гидроизоляция 10 кгс/м^2 ;

утеплитель $0,15 \text{ м} \times 100 \text{ кгс/м}^3 = 15 \text{ кгс/м}^2$.

2.5. На наружной части плиты Пм1 нагр. $1258 \times 1,3 = 1635 \text{ кгс/м}^2$

- из расчета:

плитка тротуарная $0,06 \text{ м} \times 1650 \text{ кгс/м}^3 = 99 \text{ кгс/м}^2$;

цем. стяжка $0,04 \text{ м} \times 1800 \text{ кгс/м}^3 = 72 \text{ кгс/м}^2$;

щебень $0,1 \text{ м} \times 1800 \text{ кгс/м}^3 = 180 \text{ кгс/м}^2$;

грунт уплотненный $0,49 \text{ м} \times 1,82 \text{ кгс/м}^3 = 892 \text{ кгс/м}^2$;

утеплитель $0,05 \text{ м} \times 100 \text{ кгс/м}^3 = 5 \text{ кгс/м}^2$;

двухслойная гидроизоляция 10 кгс/м^2 .

2.6. Нагрузка от грунта засыпки: обратная засыпка производится местным грунтом 1-го слоя со следующими значениями физико-механических характеристик: $\rho_1 = 1,81 \text{ т/м}^3$; $\varphi_1 = 14,0^\circ$. Вертикальное давление грунта на уровне обреза фундамента

$$P_z = 1,81 \times 0,95 \times 3,50 \times 1,15 = 6,92 \text{ т/м}^2.$$

Здесь 0,95 – коэффициент уплотнения грунта, 1,15 – коэффициент надежности по грунту; 3,50 м – расстояние от уровня планировки до обреза фундамента. Горизонтальное давление грунта по СНиП 2.09.03-85, приложение 1, составляет

$$P_x = P_z \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{0,9\varphi_I}{2} \right) = 0,64 \times P_z \approx 4,4 \text{ т/м}^2.$$

2.7. Нагрузка от засыпки песком в прямых лифтовых шахт: при $\rho = 1,9 \text{ т/м}^3$, $h = 1,8 \text{ м}$ нагр. составляет $1,9 \text{ т/м}^3 \times 1,8 \text{ м} \times 1,15 = 3,9 \text{ т/м}^2$.

Загружение 3. Временная длительная нагрузка:

3.1. Межквартирные перегородки $102 \times 1,3 = 133 \text{ кгс/м}^2$. Для 1-го этажа $h = 3,6 \text{ м}$, нагр. 479 кгс/м, для 2–16 этажей $h = 3 \text{ м}$, нагр. 399 кгс/м

- из расчета:

перегородка системы *KNAUF* – 28 кгс/м²;

пенобетон наливной (D450) 165 мм – 74 кгс/м².

3.2. Внутриквартные перегородки $30,3 \times 1,3 = 39,4 \text{ кгс/м}^2$. Для 1-го этажа $h = 3,6 \text{ м}$, нагр. 142 кгс/м, для 2–16 этажей $h = 3 \text{ м}$, нагр. 118 кгс/м

- из расчета:

перегородка системы *KNAUF* – 28 кгс/м²;

заполнитель¹ *URSA* $0,075 \text{ м} \times 30 \text{ кгс/м}^3 = 2,3 \text{ кгс/м}^2$.

3.3. Временная длительная на машинной площадке лифтов 500 кгс/м².

3.4. Нагрузка от крышных приточных вентиляторов: на кровле $Q = 230 \text{ кг}$, на чердачной надстройке от вентилятора дымоудаления $Q = 323 \text{ кг}$.

Загружение 4. Кратковременная полезная:

4.1. Кратковременная от автомобилей в подземной автостоянке $300 \times 1,2 = 360 \text{ кгс/м}^2$, от пожарных машин на наружной части плиты Пм1 $518 \times 1,2 = 622 \text{ кгс/м}^2$.

4.2. Полезная на офисном этаже (езде, кроме лифтового холла и лестничных площадок) $200 \times 1,2 = 240 \text{ кгс/м}^2$.

4.3. Полезная на типовом этаже (езде, кроме лифтового холла, балконов и лестничных площадок) $150 \times 1,3 = 195 \text{ кгс/м}^2$.

4.3. Полезная в лифтовых холлах $300 \times 1,2 = 360 \text{ кгс/м}^2$.

4.4. Полезная на балконах $200 \times 1,2 = 240 \text{ кгс/м}^2$.

4.5. Полезная на лестницах и лестн. площадках $300 \text{ кгс/м}^2 \times 1,2 = 360 \text{ кгс/м}^2$.

4.6. Полезная на чердачной надстройке $70 \times 1,3 = 91 \text{ кгс/м}^2$.

Загружение 5. Кратковременная снеговая на кровле, балконах и козырьке. Нагрузка задается согласно пп. 10–11 Приложения 3 СНиП 2.01.07-85*. Расчетное значение 120 кгс/м^2 , нормативное значение $120 \text{ кгс/м}^2 \times 0,7 = 84 \text{ кгс/м}^2$. В сторону парапета кровли нагрузка растет (на протяжении $1,51 \text{ м} \times 2 = 3,0 \text{ м}$). Рост определяется коэффициентом $\mu = 3/0,84$, но не более 3. Получаем, что вблизи парапета $\mu = 3$. Вблизи чердачной надстройки $\mu \leq 2$. Принимаем на всех кровельных участках здания $\mu = 2,5$, соответствующая нагрузка $120 \text{ кгс/м}^2 \times 2,5 = 300 \text{ кгс/м}^2$. На балконах принимаем максимально возможную снеговую нагруз-

¹ В зависимости от марки плотность заполнителя *URSA* может составлять 25—35 кгс/м³.

ку $120 \text{ кгс/м}^2 \times 3 = 360 \text{ кгс/м}^2$. На открытой части перекрытия 1-го этажа $\mu = 1$, нагр. 120 кгс/м^2 . По периметру вент. камер принимаем снеговую нагрузку 150 кгс/м .

Пояснения к нижеследующим загрузениям 6 и 7: Статическая ветровая нагрузка на вертикальной поверхности задается как погонная, приложенная к боковым границам перекрытий. Эта последняя вычисляется через среднюю составляющую нормального давления. Для нормативного нормального давления расчетная формула $w_m = w_0 k c_e$, где аэродин. коэффициенты $c_e = 0,8$ с наветренной и $c_e = -0,6$ с подветренной сторон; $w_0 = 38 \text{ кгс/м}^2$ (III зона).

Загрузка 6. Ветровая вдоль оси X прилагается по линии $Y-Y$ на СЭ: наветренная $1,4 \times w_m \times 3 \text{ м} = 128 \text{ кгс/м}$, подветренная $1,4 \times w_m \times 3 \text{ м} = -96 \text{ кгс/м}$. При масштабировании этой нагрузки в основной схеме полагаем: 2 этаж $k = 0,75$; 3–4 этажи $k = 1,0$; 5–7 этажи $k = 1,25$; 8–13 этажи $k = 1,5$; 14–16 этажи $k = 1,7$ (тип местности А). Нагрузка прилагается к узлам: по линии $Y-Y$ имеется 60 узлов, на каждый узел СЭ приходится нагрузка наветренная $128 \text{ кгс/м} \times 29,5 \text{ м} / 60 = 63 \text{ кгс}$; подветренная $96 \text{ кгс/м} \times 29,5 \text{ м} / 60 = 47 \text{ кгс}$; на каждый узел кровли приходится нагрузка наветренная $63 \text{ кгс} \times 1,7 = 107 \text{ кгс}$; подветренная $47 \text{ кгс} \times 1,7 = 80 \text{ кгс}$.

В РСУ данное загрузение вводится как «статическое ветровое для пульсации».

Загрузка 7. Ветровая вдоль оси Y прилагается по линии $X-X$ аналогично п. 6. Нагрузка прилагается к узлам: по линии $X-X$ имеется 60 узлов, на каждый узел СЭ приходится нагрузка наветренная $128 \text{ кгс/м} \times 29,5 \text{ м} / 60 = 63 \text{ кгс}$; подветренная $96 \text{ кгс/м} \times 29,5 \text{ м} / 60 = 47 \text{ кгс}$; на каждый узел кровли приходится нагрузка наветренная $63 \text{ кгс} \times 1,7 = 107 \text{ кгс}$; подветренная $47 \text{ кгс} \times 1,7 = 80 \text{ кгс}$.

В РСУ данное загрузение вводится как «статическое ветровое для пульсации».

Загрузка 8. Содержит составляющие ветровой нагрузки направления X , рассчитанные по данным загрузения 6. В таблице РСУ данное загрузение вводится как «мгновенное».

Загрузка 9. Содержит составляющие ветровой нагрузки направления Y , рассчитанные по данным загрузения 7. В таблице РСУ данное загрузение вводится как «мгновенное».

Загрузки 8 и 9 взаимоисключающие знакопеременные.

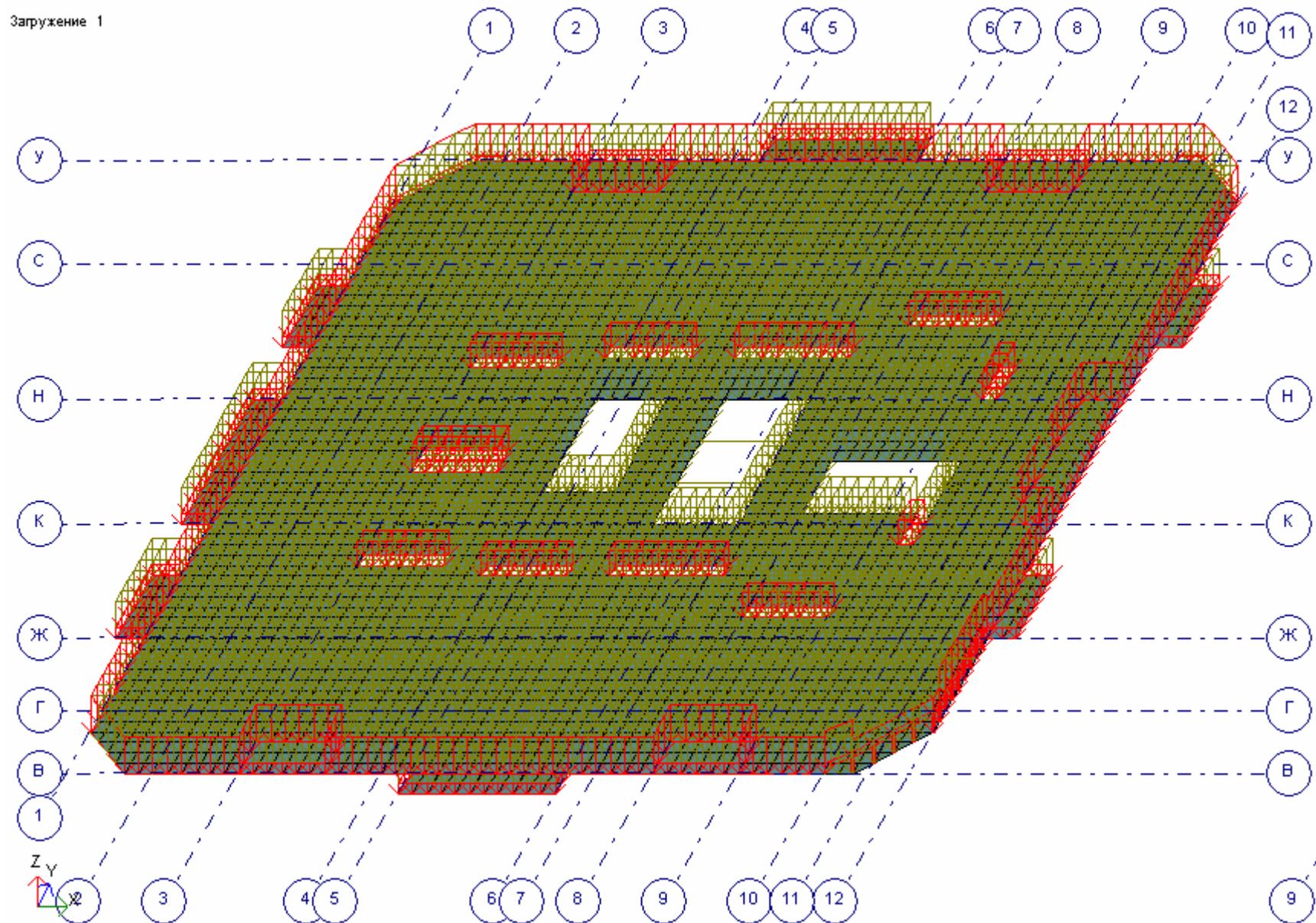


Рис. 1.19. Действие ограждений и кладки вент. каналов на перекрытие типового этажа

Загружение 3

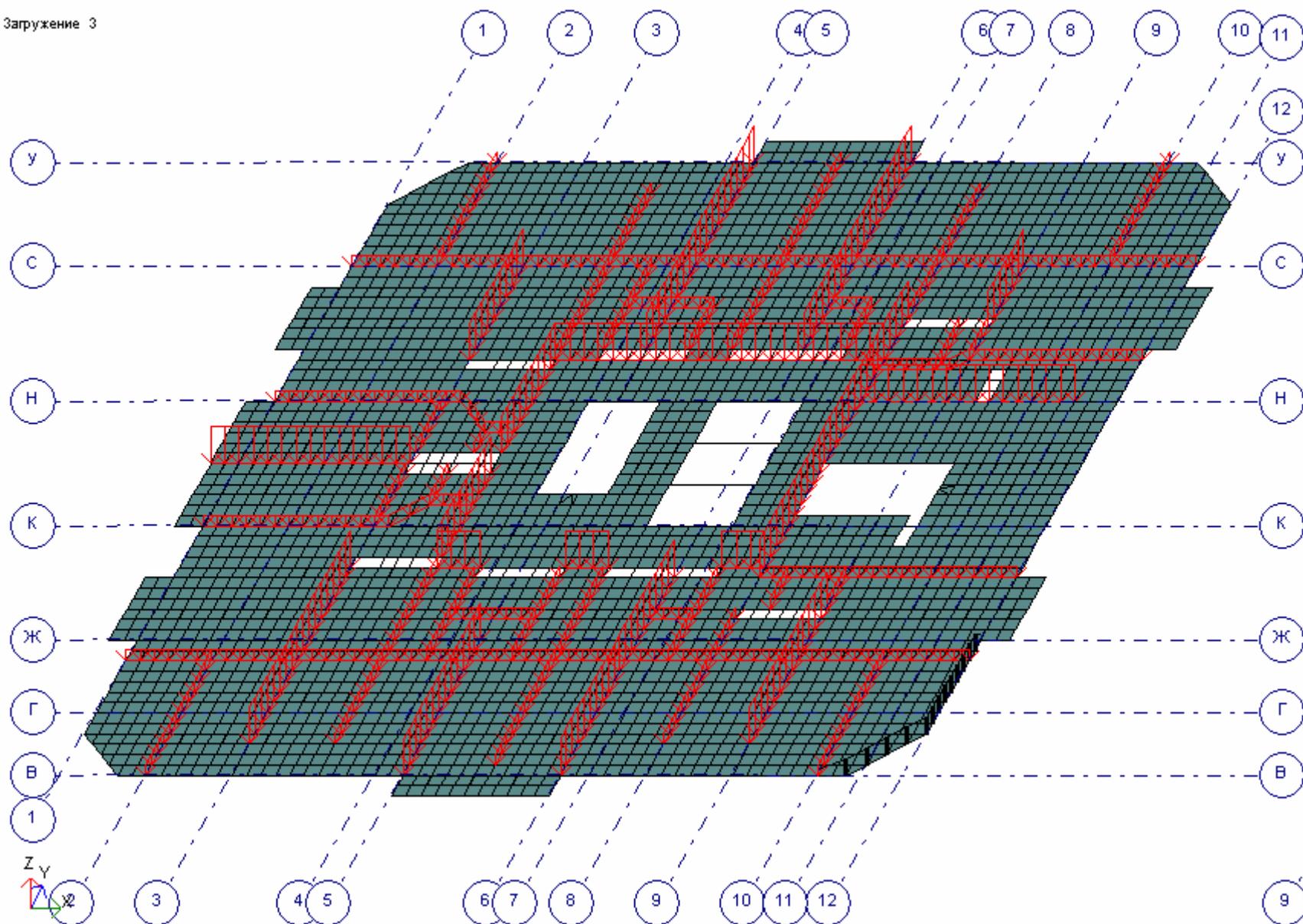


Рис. 1.20. Действие перегородок на перекрытие типового этажа

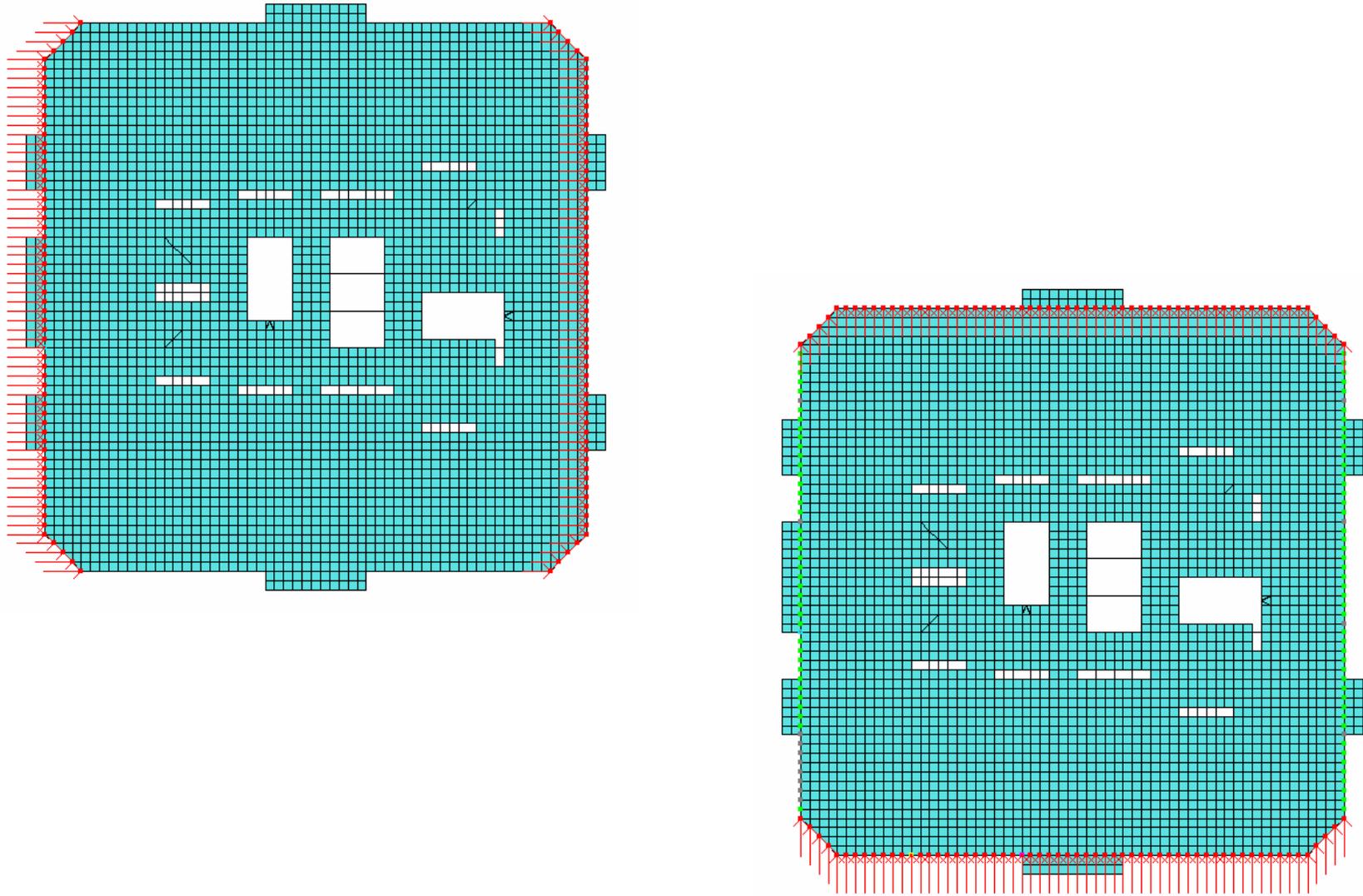


Рис. 1.21. Действие ветровых нагрузок на перекрытие типового этажа

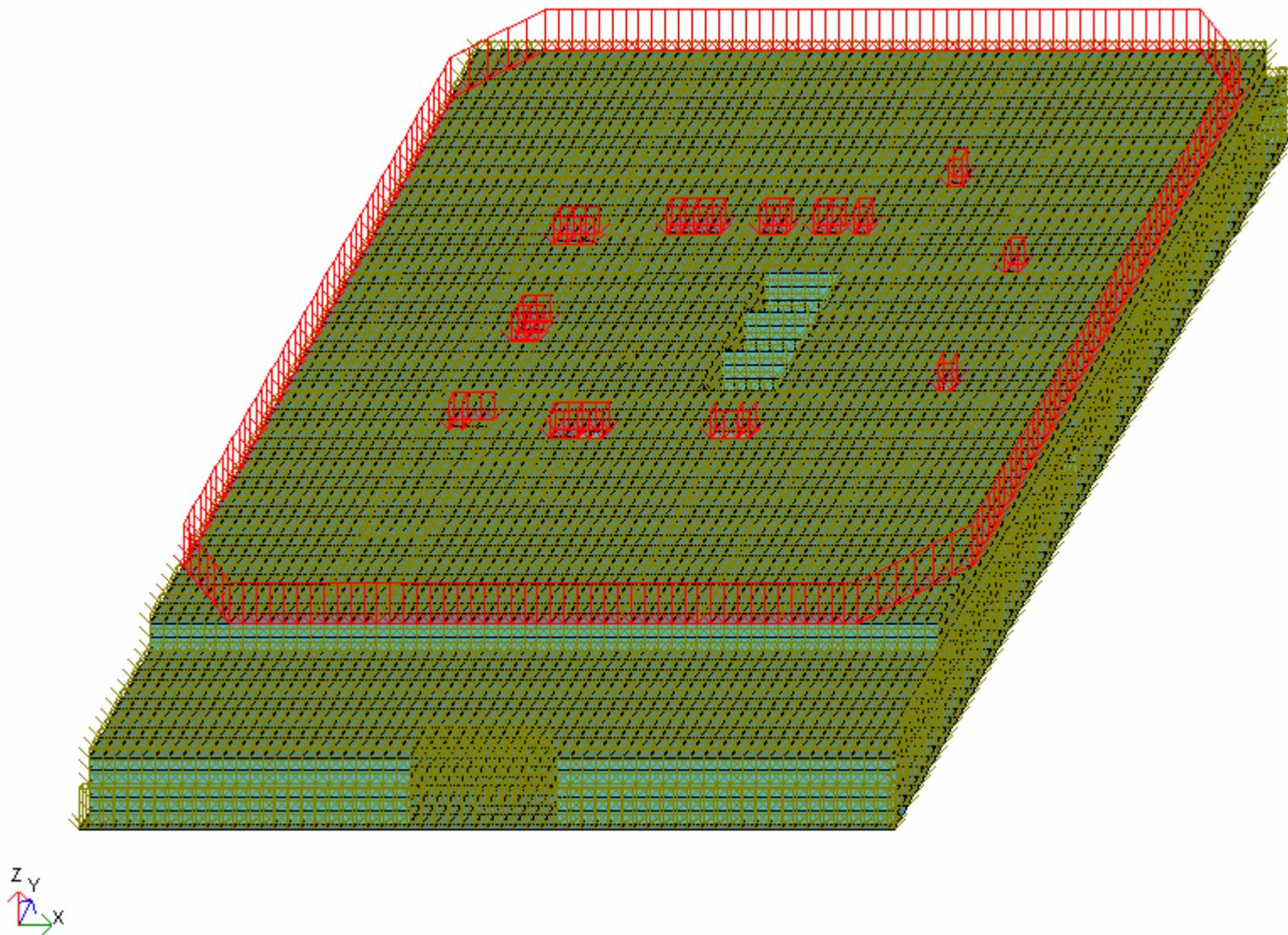


Рис. 1.22. Действие ограждений и кладки вент. каналов на перекрытие первого этажа

Загружение 3

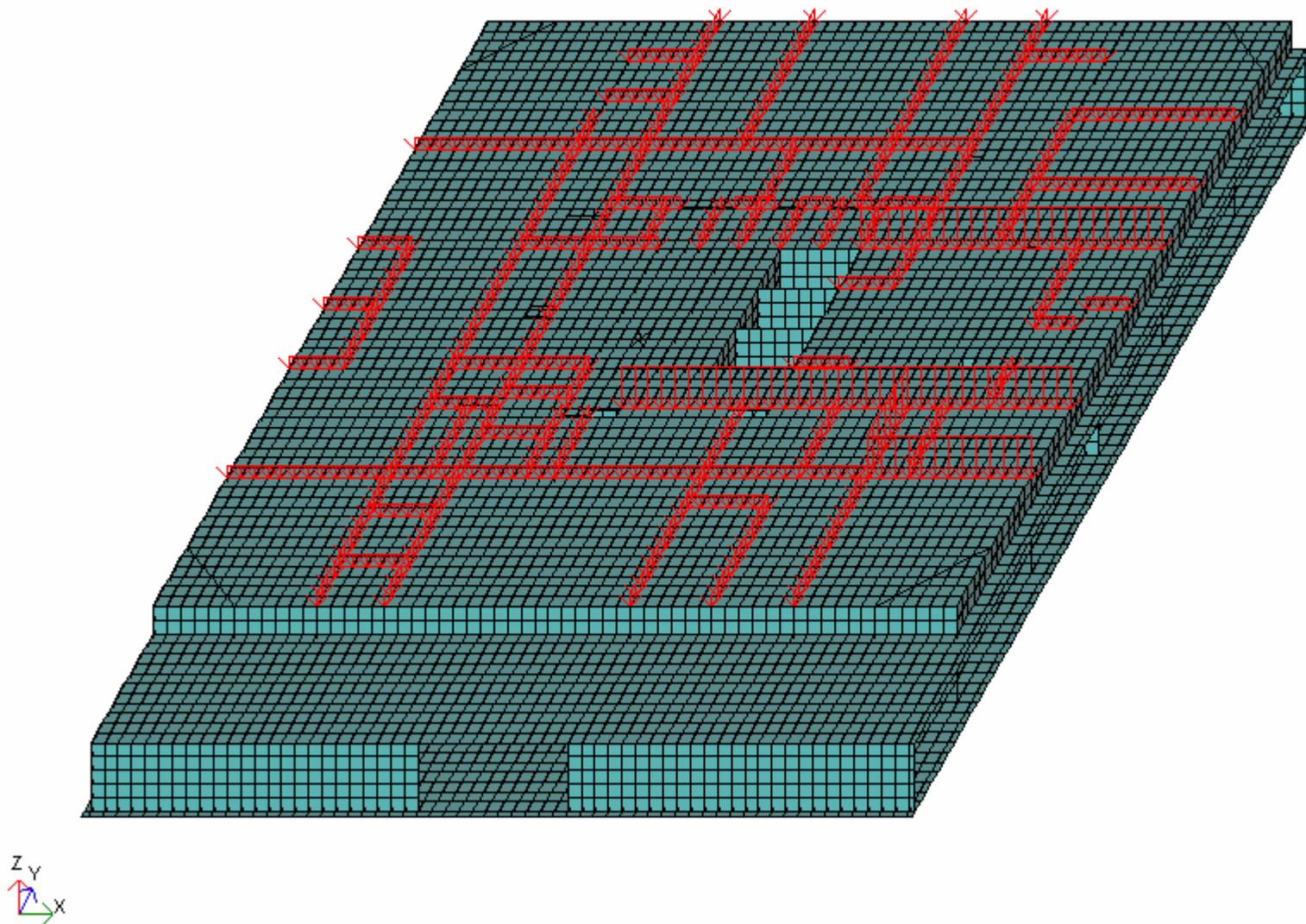


Рис. 1.23. Действие перегородок на перекрытие первого этажа

Загружение 1

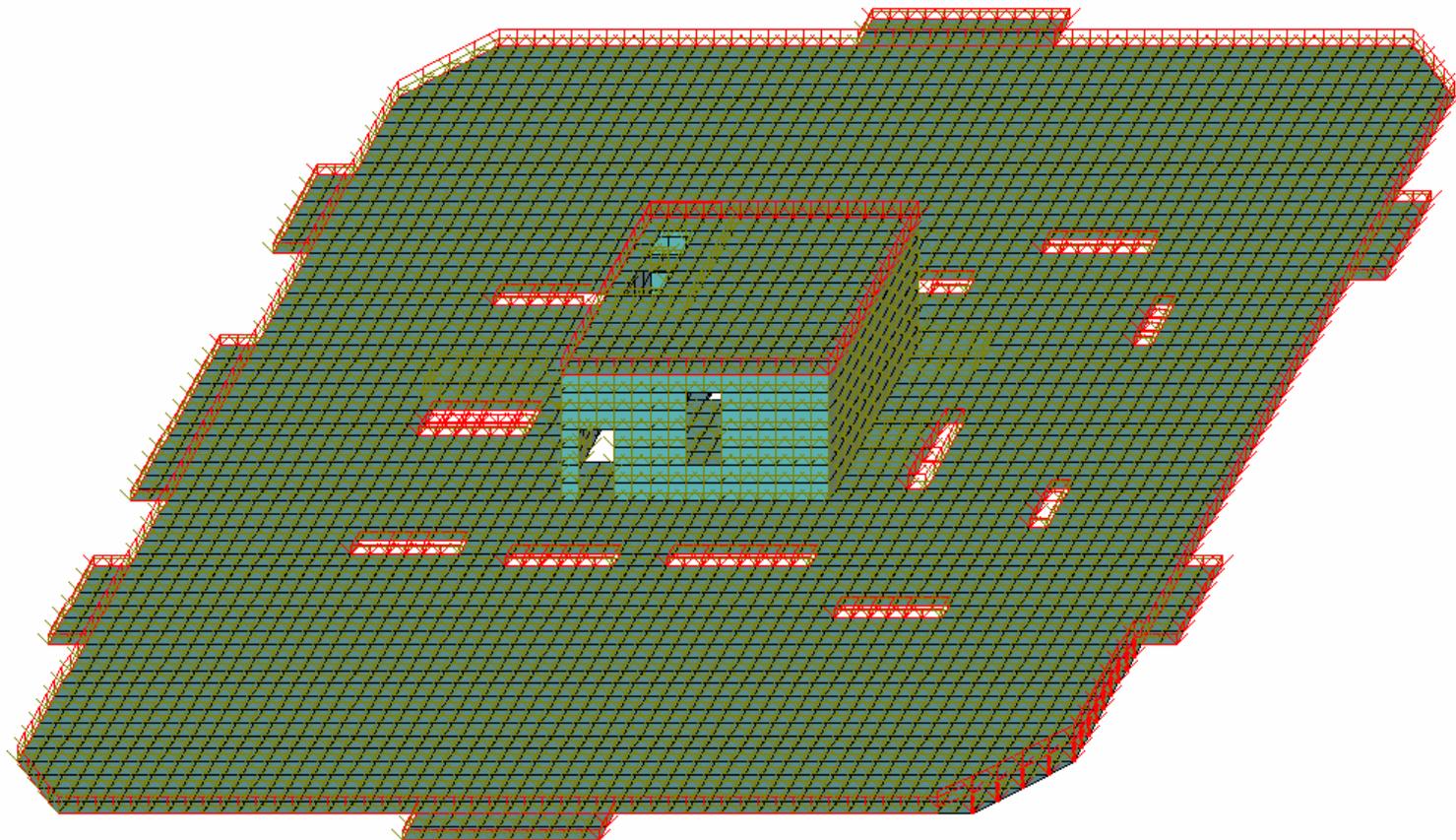


Рис. 1.24. Действие парапетов и кладки вент. каналов на покрытие