

Высотные конструкции.

Выполнили: Новикова Мария

Волкова Евгения

Б05-591-1

План презентации.

- Определение и обзор конструкций.
- Деформация и стабилизация конструкций
- Примеры типичных структурных форм.

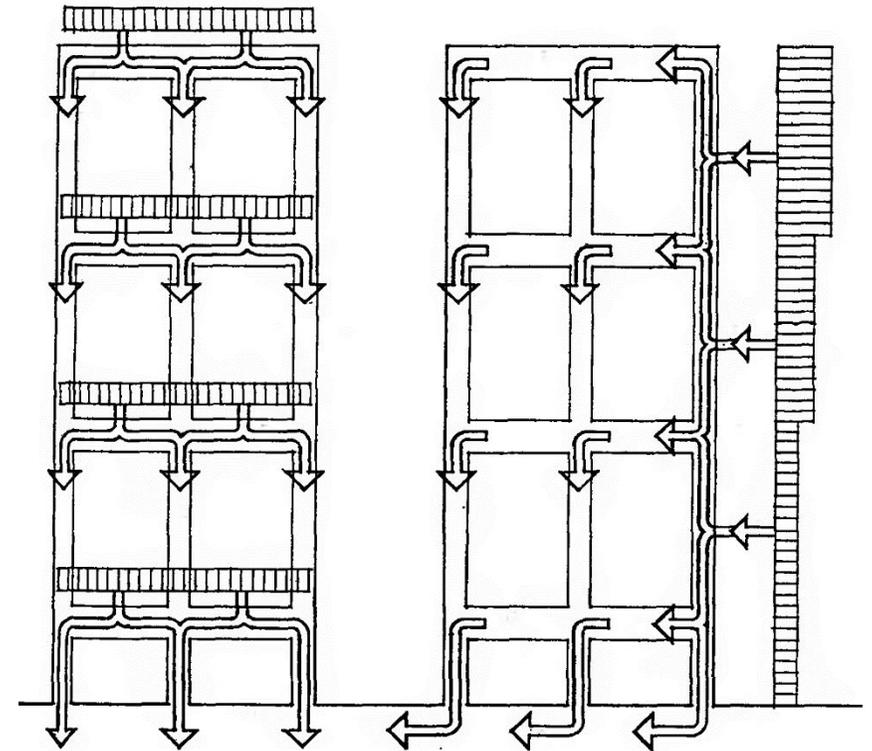
Определение и обзор конструкции.

Определение.

- Высотные конструкции (несущие системы, активные по высоте) – это системы из прочных, жестких элементов преимущественно в вертикальном протяжении, в которых перераспределение сил, а именно фокусирование и заземление горизонтальных сил (межэтажные и ветровые нагрузки) осуществляется определенной «устойчивостью по высоте» структурой – высотной конструкцией.
- Элементы систем передающие нагрузки и стабилизаторы используют ,как правило, нагрузки от комплекса различных переменных сил: система КОМПЛЕКСНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ.
- Типичными структурными признаками являются:
КОНЦЕНТРАЦИЯ НАГРУЗОК / ЗАЗЕМЛЕНИЕ НАГРУЗОК / СТАБИЛИЗАЦИЯ.

Функции несущих систем

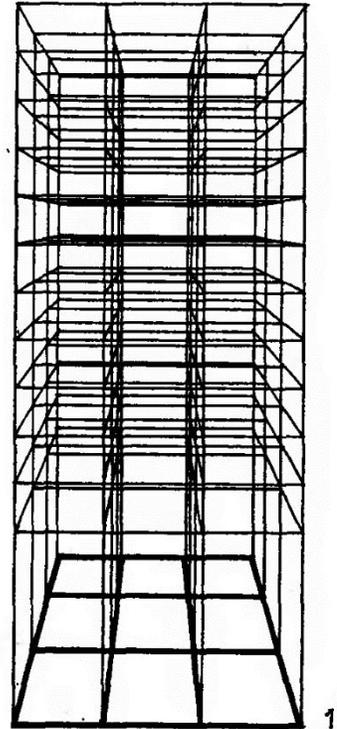
- Несущие системы, активные по высоте, являются структурами контроля высотных нагрузок, т.е. их восприятия, переориентирования на землю и передачи на землю («заземление» нагрузки).
- 1- вертикальные нагрузки, возникшие на высоте, т.е. над поверхностью земли = нагрузки от крыши и межэтажных перекрытий.
- 2- горизонтальные нагрузки, вызванные высотной конструкцией = ветровая и вибрационная нагрузки.
- Горизонтальные нагрузки возникают в каждом строительном сооружении. Чем выше строительное сооружение, тем больше влияние структуры несущей конструкции на форму сооружения.
- Собственная устойчивость высотного сооружения основана не на специфическом МЕХАНИЗМЕ перераспределения сил, как в других конструкциях, а на господствующей ФУНКЦИИ высотного сооружения. Для исполнения этой функции высотные конструкции пользуются определенными механизмами.



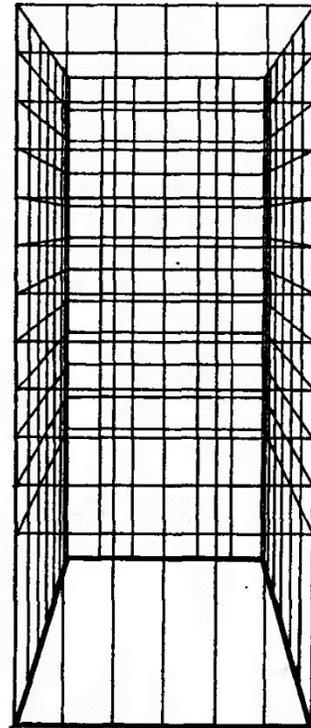
Классификация несущих систем

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕСУЩИХ СИСТЕМ, АКТИВНЫХ ПО ВЫСОТЕ / ПРОТОТИПЫ

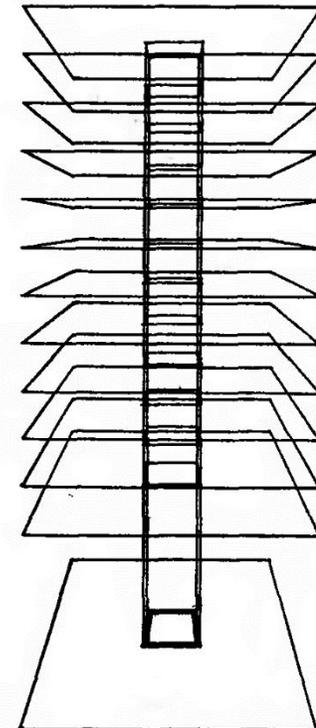
- Растровые
- Оболочковые
- Ствольные
- Мостовые



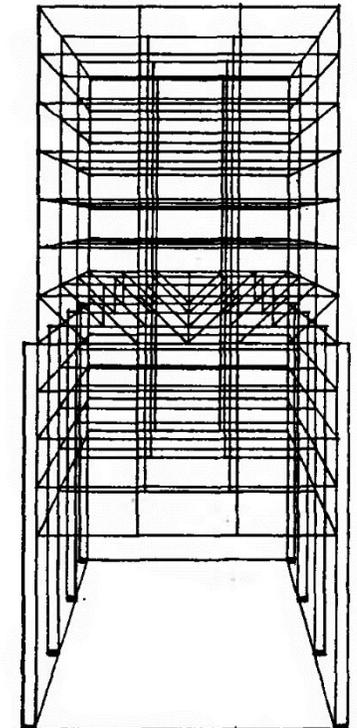
1



2



3

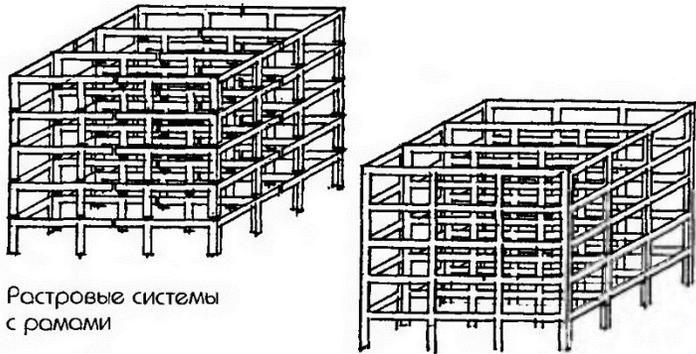


4

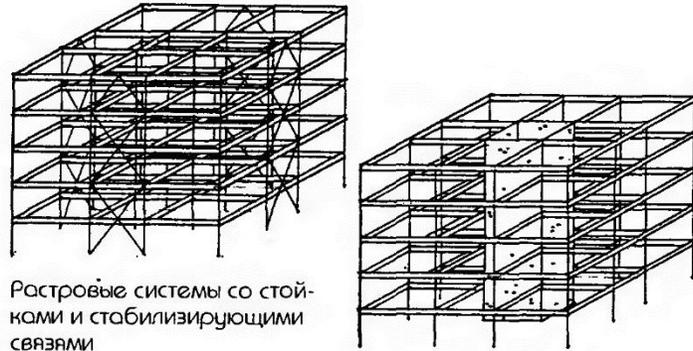
1. РАСТРОВЫЕ высотные сооружения
2. ОБОЛОЧКОВЫЕ высотные сооружения
3. СТВольНЫЕ высотные сооружения
4. МОСТОВЫЕ высотные сооружения

Растровые

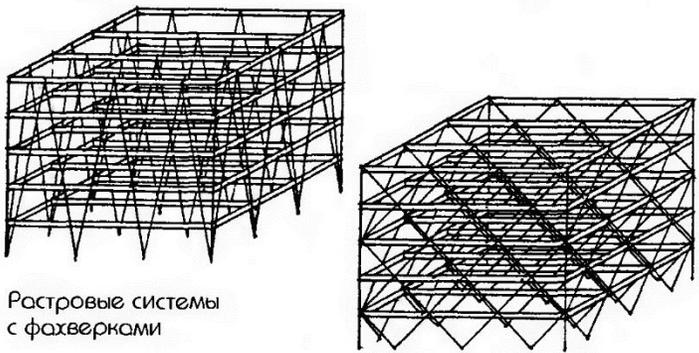
Б.1 РАСТРОВЫЕ ВЫСОТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ



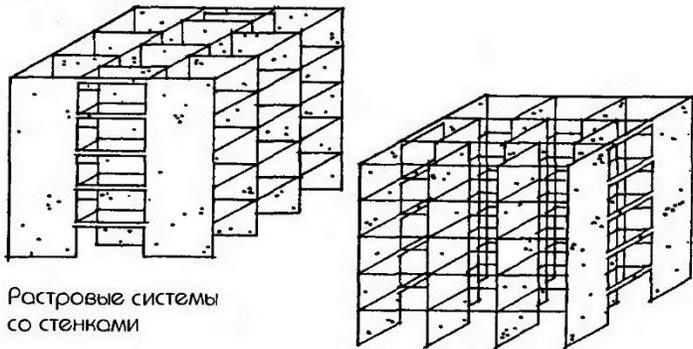
Растровые системы с рамами



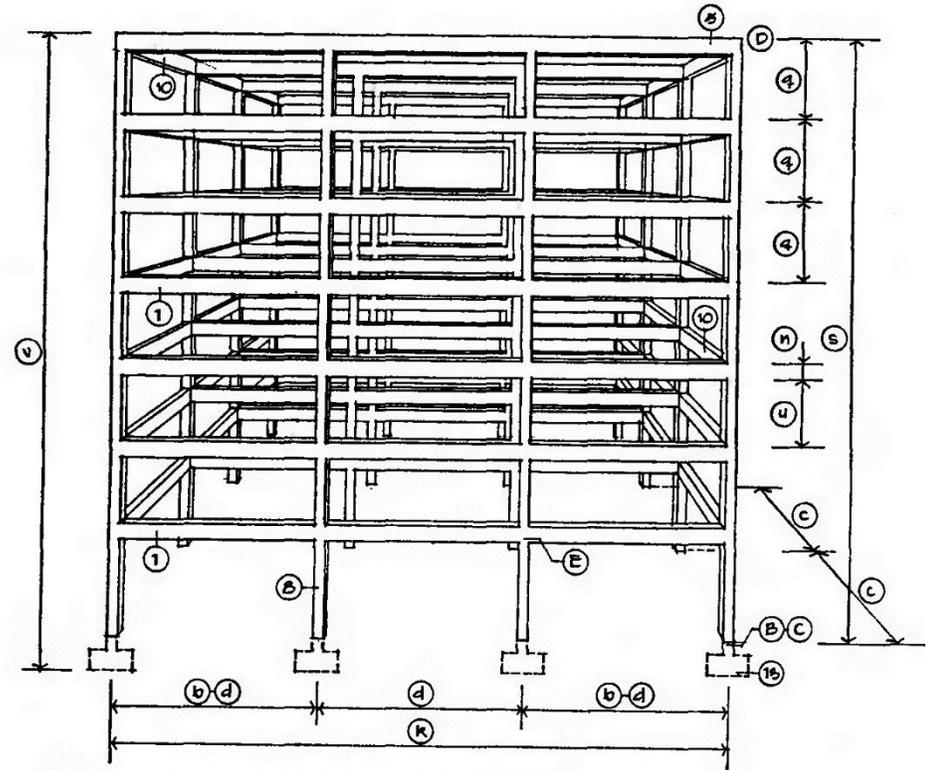
Растровые системы со стойками и стабилизирующими связями



Растровые системы с фахверками



Растровые системы со стенками



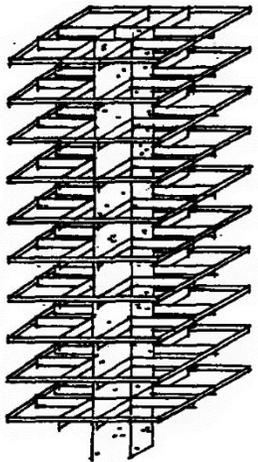
Б.1 Растровые высотные конструкции

Топографические точки системы

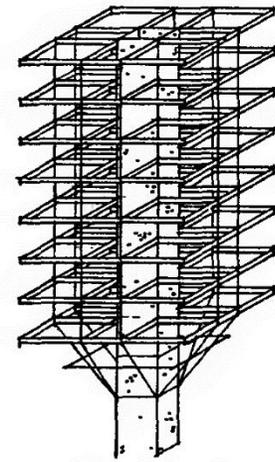
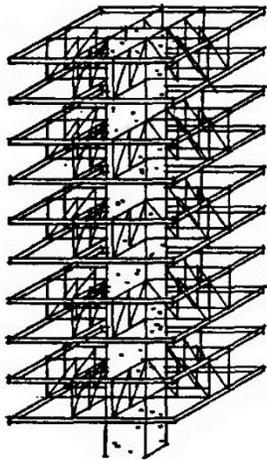
- Ⓐ точка опоры
- Ⓑ точка пересечения опоры с основанием
- Ⓒ точка заземления
- Ⓓ угол карниза
- Ⓔ узел рамы
- Ⓕ
- Ⓖ
- Ⓗ

Ствольные

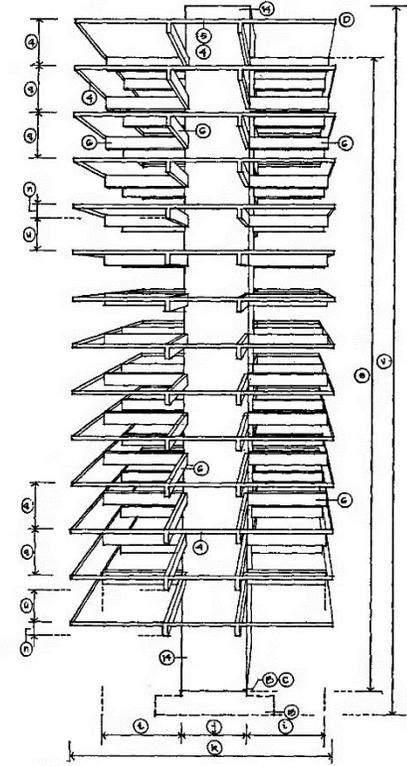
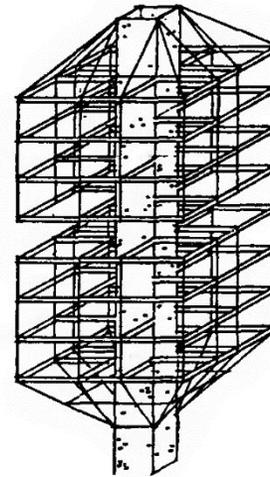
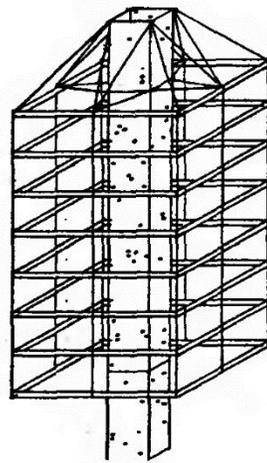
5.3 СТВОЛЬНЫЕ ВЫСОТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ



Консольно-ствольные системы



Системы с косвенной нагрузкой ствола

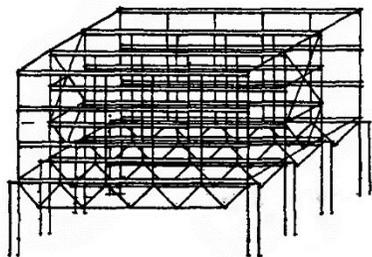


5.3 Ствольные высотные конструкции

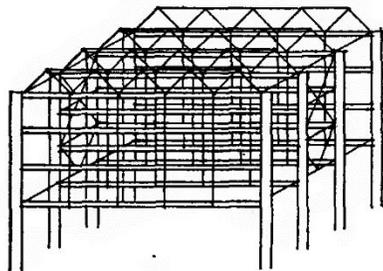
- Элементы системы
- ① балка-ригель
 - ② мостовая ферма
 - ③ междуэтажная балка
 - ④ фронтальная балка
 - ⑤ карнизная балка
 - ⑥ консоль, консольная балка
 - ⑦ концевой анкер
 - ⑧ опора
 - ⑨ пилон
 - ⑩ стабилизирующая рама
 - ⑪ стабилизирующий фохверк (связи жесткости)
 - ⑫ опора
 - ⑬ фундамент, основание
 - ⑭ ствол, стержень

Мостовые

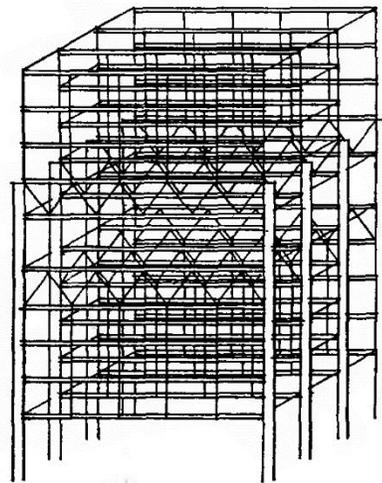
5.4 МОСТОВЫЕ ВЫСОТНЫЕ СИСТЕМЫ



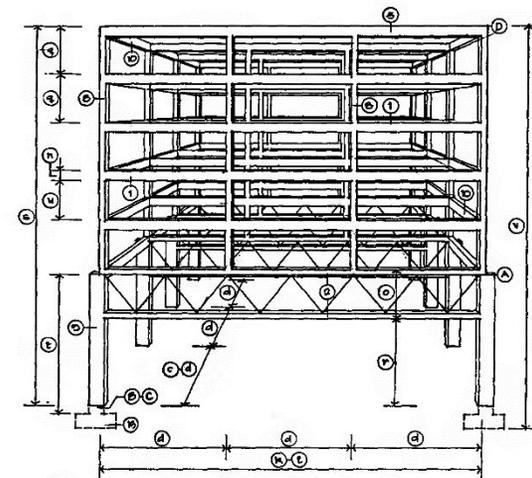
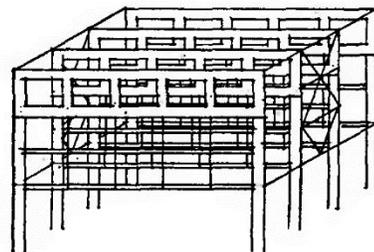
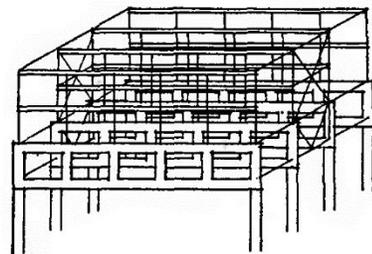
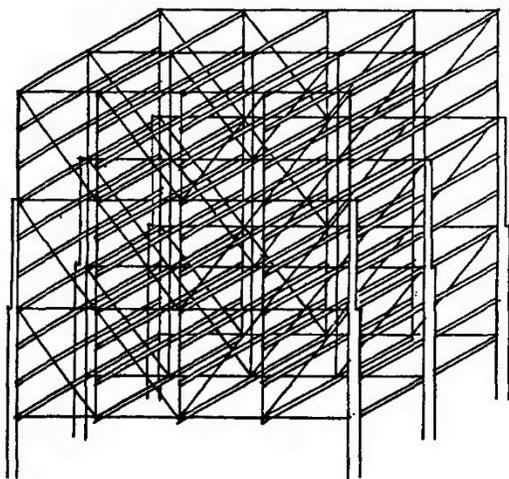
Система с мостовыми фермами



Системы с использованием межферменного пространства



Многоярусные мостовые системы

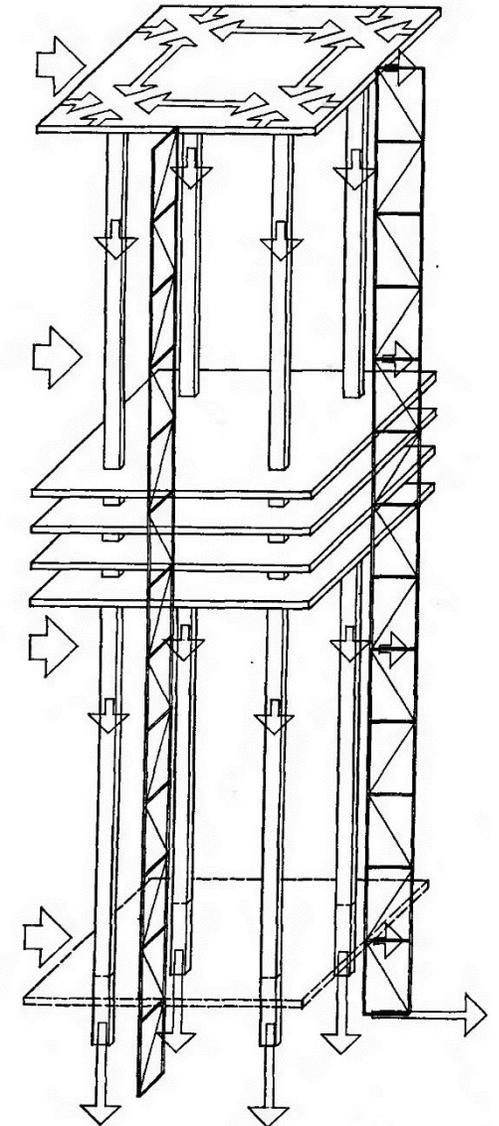


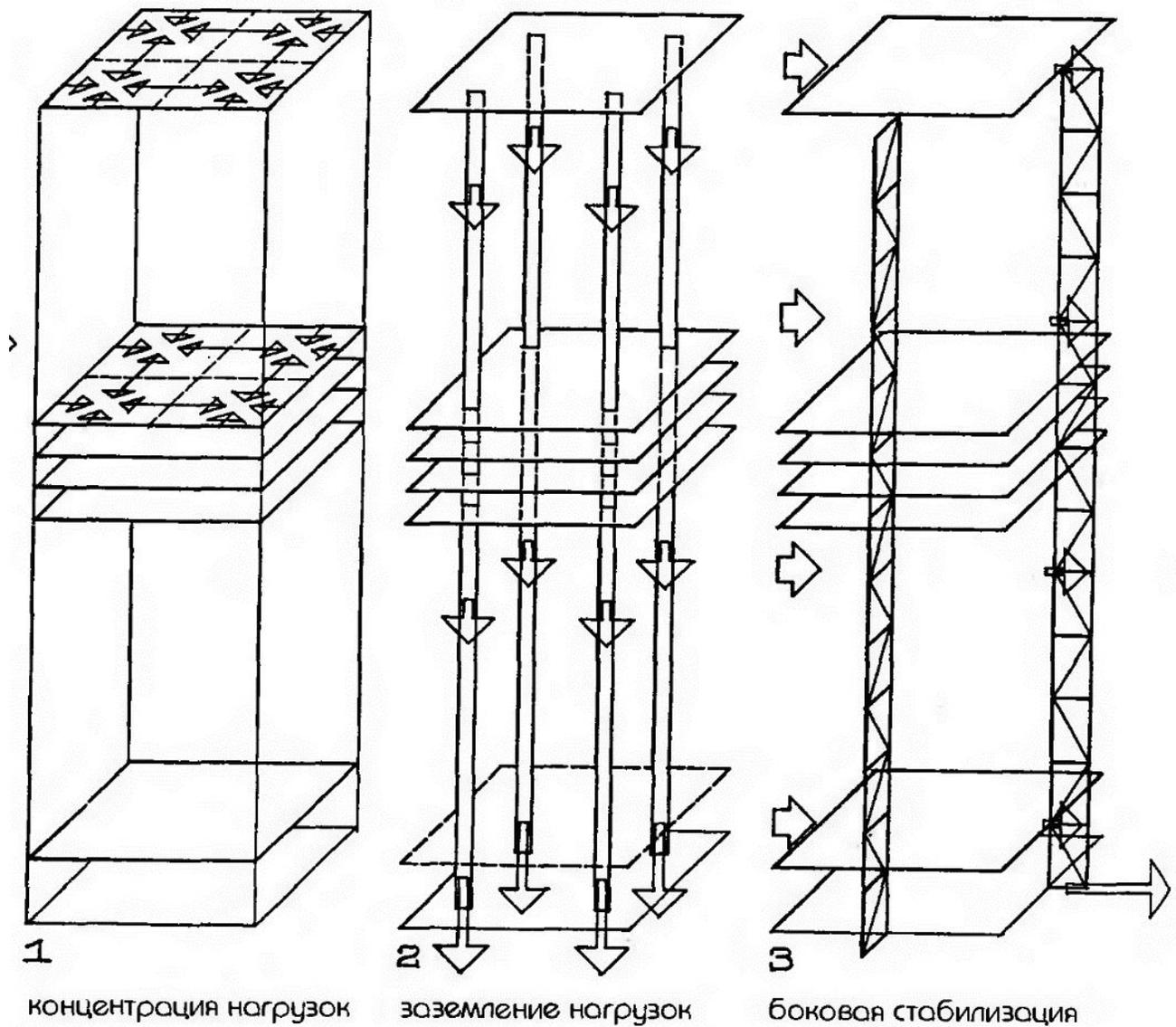
5.4 Мостовые высотные конструкции

- Параметры системы
- а) расстояние между балками
 - б) пролет балки, пролет
 - в) расстояние между балками
 - г) шаг
 - е) размер раstra (квадратный)
 - ф) ширина раstra / длина раstra
 - д) диаметр оболочки
 - н) ширина оболочки / глубина оболочки
 - л) длина консоли
 - ж) ширина ствола / глубина ствола
 - к) ширина системы / глубина системы
 - и) длина моста / ширина пролета моста
 - м) расстояние между мостовыми фермами
 - п) высота балочной конструкции
 - о) высота мостовой конструкции
 - р) общая высота конструкции
 - а) высота этажа
 - с) высота моста
 - е) высота карниза
 - с) высота пилонов / длина пилонов
 - в) высота в свету
 - в) высота системы
 - ш
 - х

Проект высотных конструкций состоит из трех операций:

- Система горизонтального фокусирования нагрузки на этажах = КОНЦЕНТРАЦИЯ НАГРУЗКИ
 1. Распределение нагрузки по участкам поверхности
 2. Горизонтальный поток нагрузки
 3. Геометрия мест восприятия нагрузки
 4. (Вторичная) несущая конструкция
- Система вертикальной передачи нагрузок с этажей = «ЗАЗЕМЛЕНИЕ» НАГРУЗКИ.
 1. Топография мест передачи нагрузок
 2. Вертикальный поток межэтажных нагрузок
 3. (Первичная) несущая конструкция.
 4. Отведение нагрузки через основание.
- Система бокового повышения жесткости от горизонтальных нагрузок = СТАБИЛИЗАЦИЯ.
 1. Повышение жесткости строительной конструкции в ней самой аддитивно/интегрированно/комбинированно
 2. Механика перераспределения нагрузки
 3. Вертикальный поток горизонтальных нагрузок
 4. Передача нагрузок через основание.



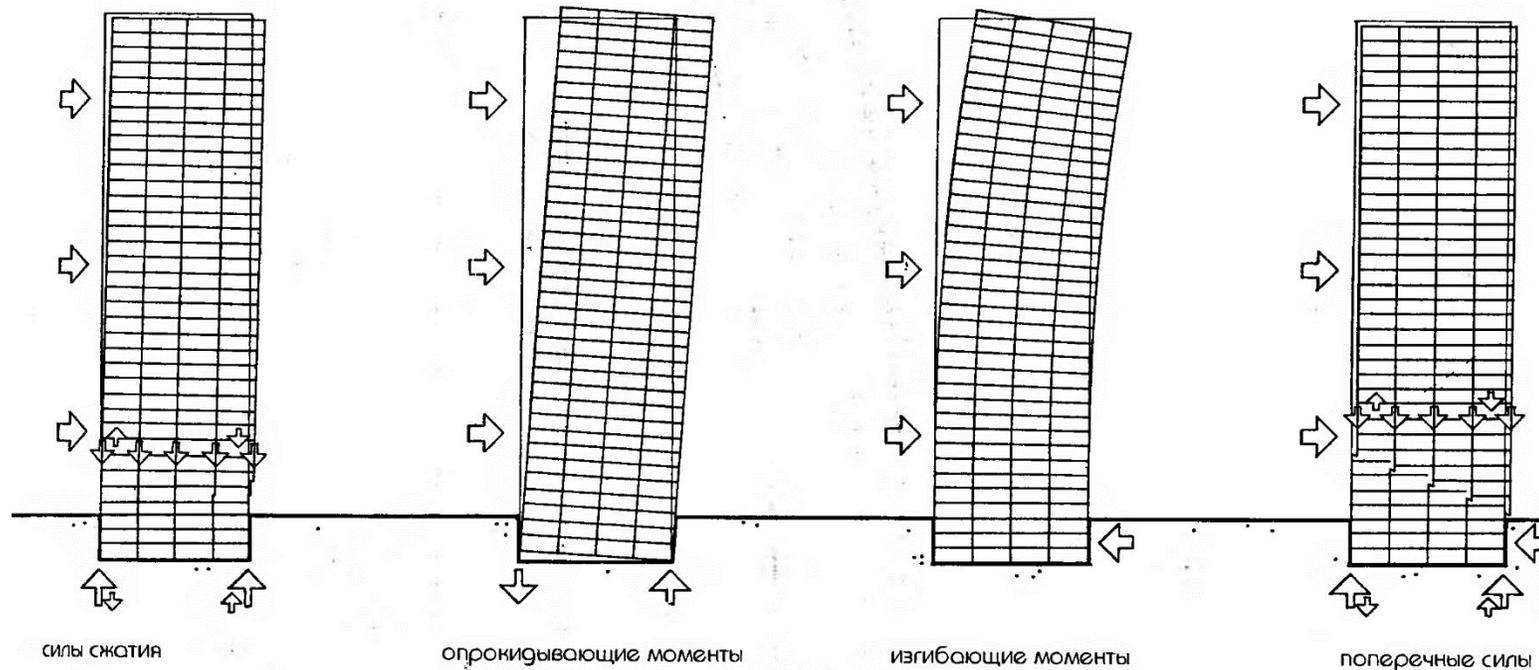


Целью проектирования несущих систем активных по высоте, является, таким образом максимальная интеграция трех систем, чтобы одна система выполняло одновременно и функции одной или обеих других систем, и в оптимальной ситуации взяла на себя все функции.

Деформации и стабилизации конструкций

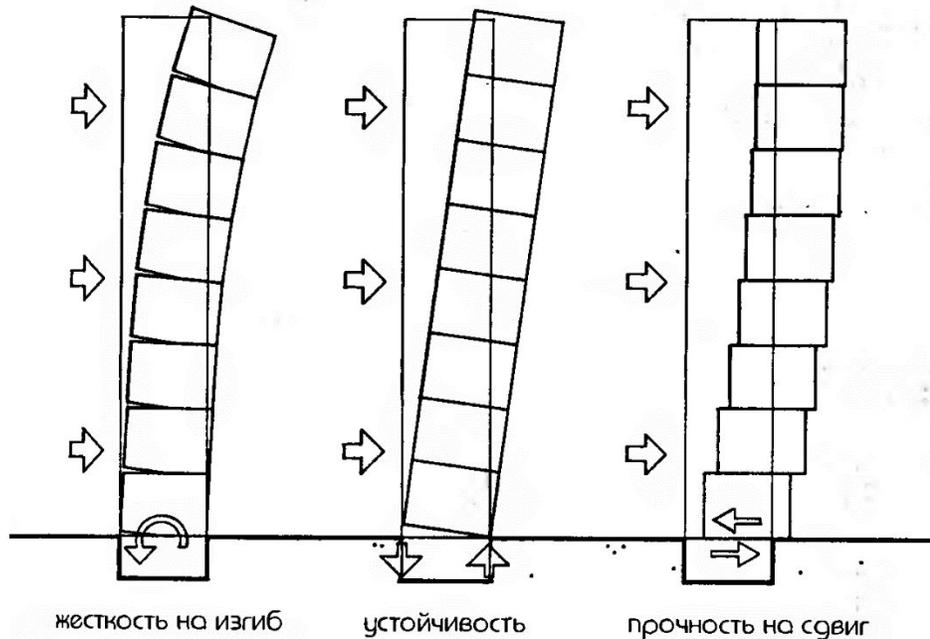
Критические нагрузки и деформации

КРИТИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ И ДЕФОРМАЦИИ

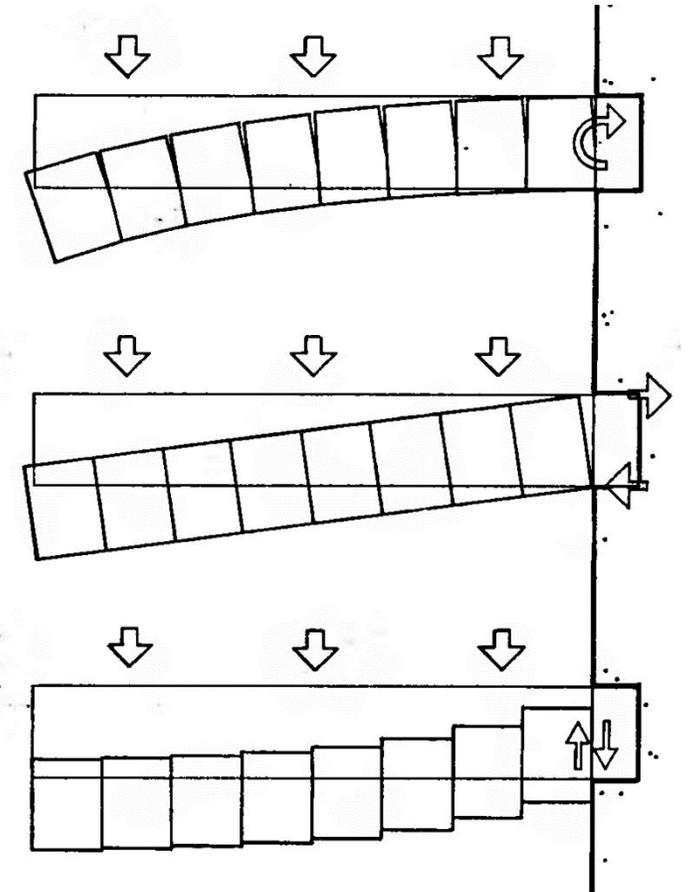


Решающими для проектирования вертикальной несущей системы нагрузками являются: собственный вес, динамическая нагрузка и ветер. Вместе они образуют силу, которая передается на фундамент. Чем ближе направление силы к горизонтальной плоскости, тем труднее ее отводить.

Несущий механизм при боковой нагрузке



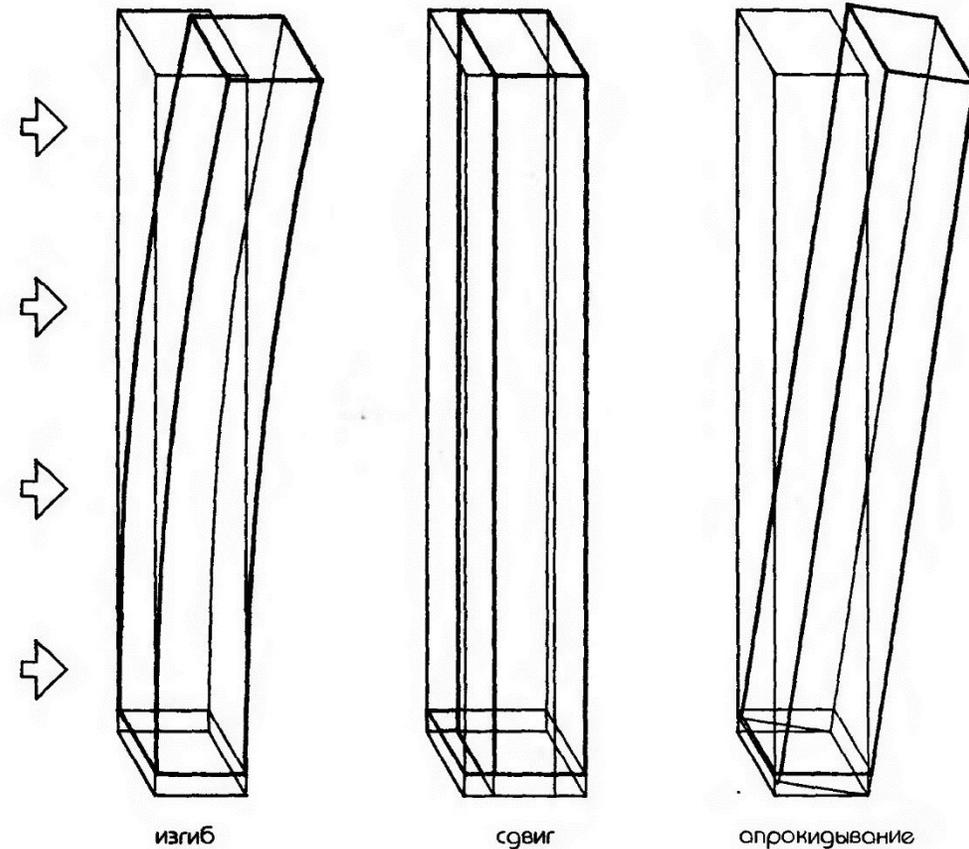
Скоростное давление ветра на единицу площади растет с высотой здания. Его действие на несущую конструкцию преимущественно противоположно действию вертикальных нагрузок. Скоростное давление ветра нагружает вертикальную несущую конструкцию подобно тому, как вертикально распределенная нагрузка действует на консольную балку.



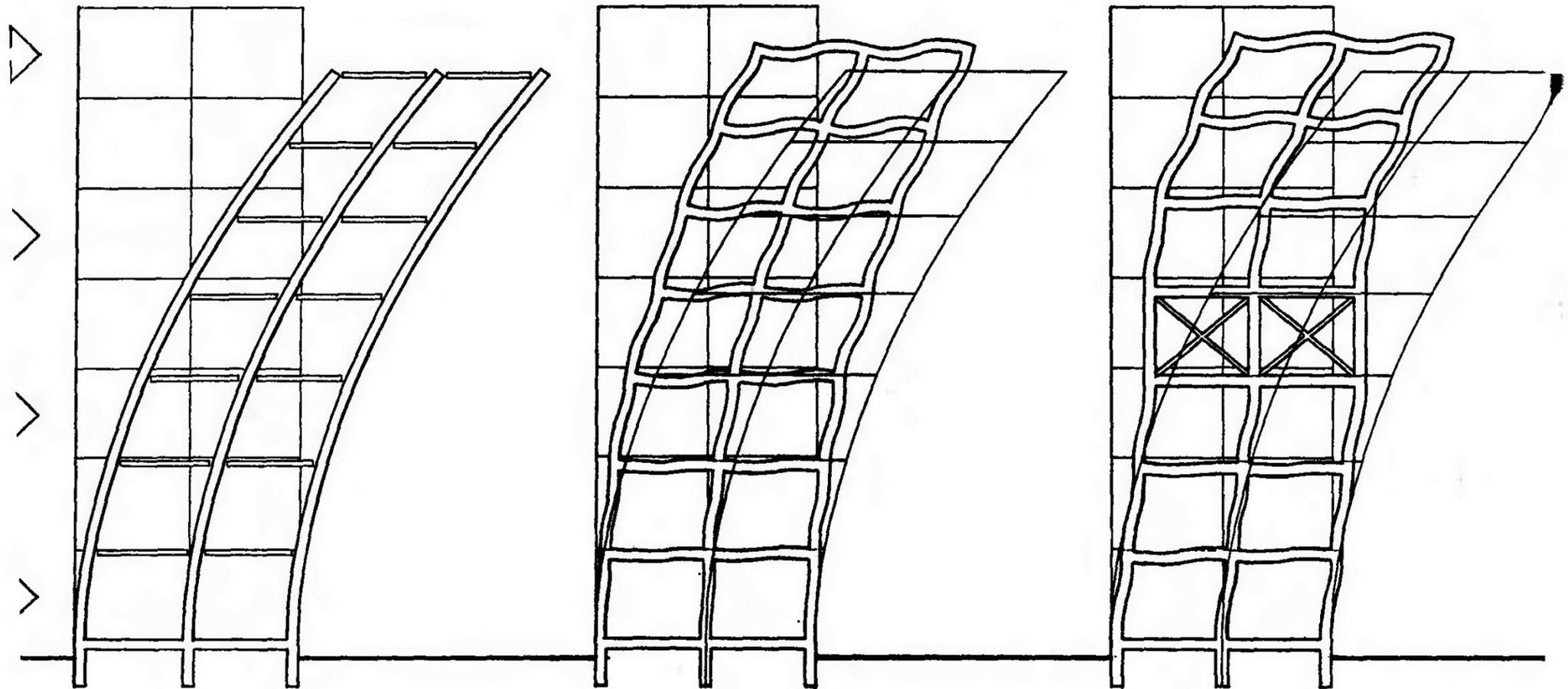
Деформация однородных высотных конструкций по горизонтальной нагрузке.

Горизонтальные силы, вызванные ветром или землетрясением, создают различные комплексные движения и деформации в строительных сооружениях с повышенной высотой.

Защита строительных сооружений от такого рода изменений является одной из главных задач проектирования высотных конструкций, и может даже являться причиной выбора самой строительной формы.



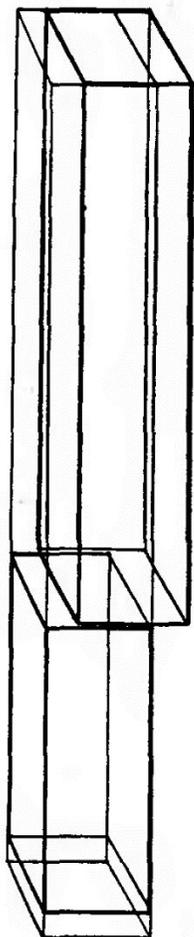
ДЕФОРМАЦИЯ И ПРИДАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ВЫСОТНОЙ КОНСТРУКЦИИ,
НАХОДЯЩЕЙСЯ ПОД ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ



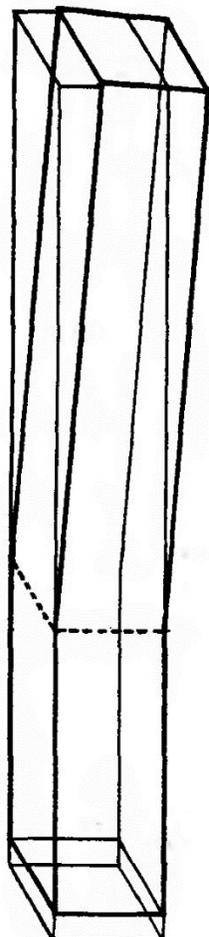
Защемленные опоры с шарнирным соединением балок

Неразрезная (жесткая) рамная решетка

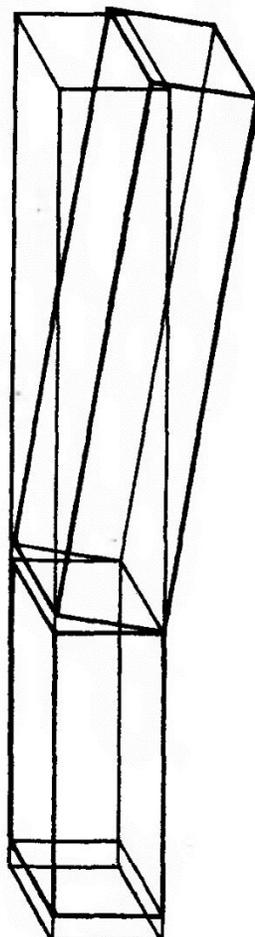
Рамная решетка с элементами жесткости в среднем этаже



сдвиг



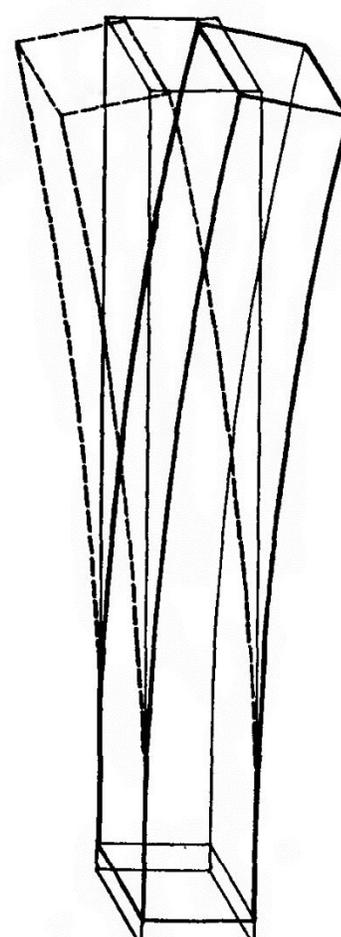
наклон



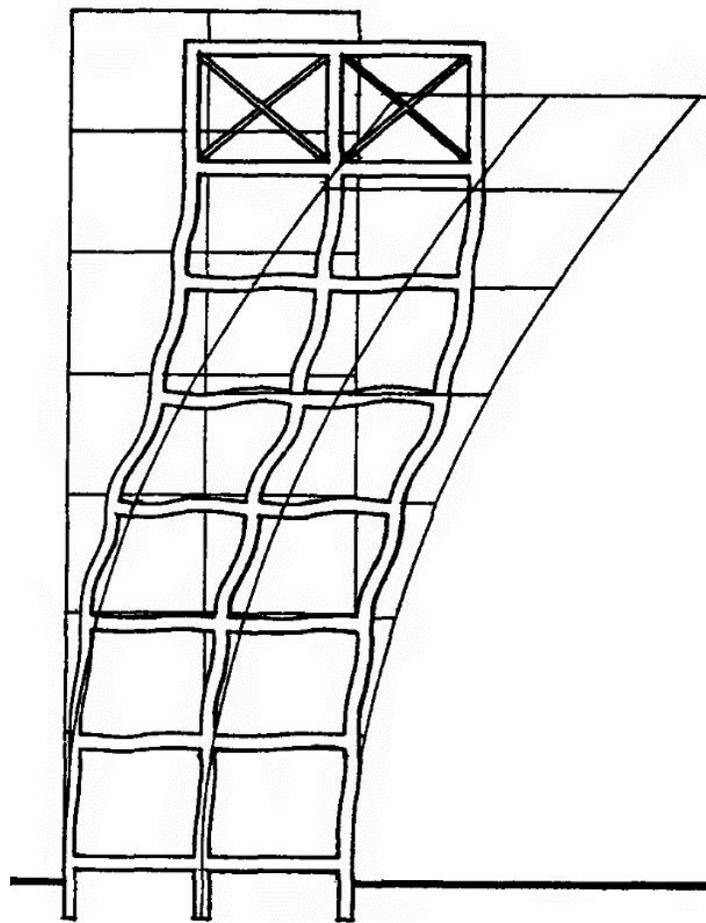
преломление



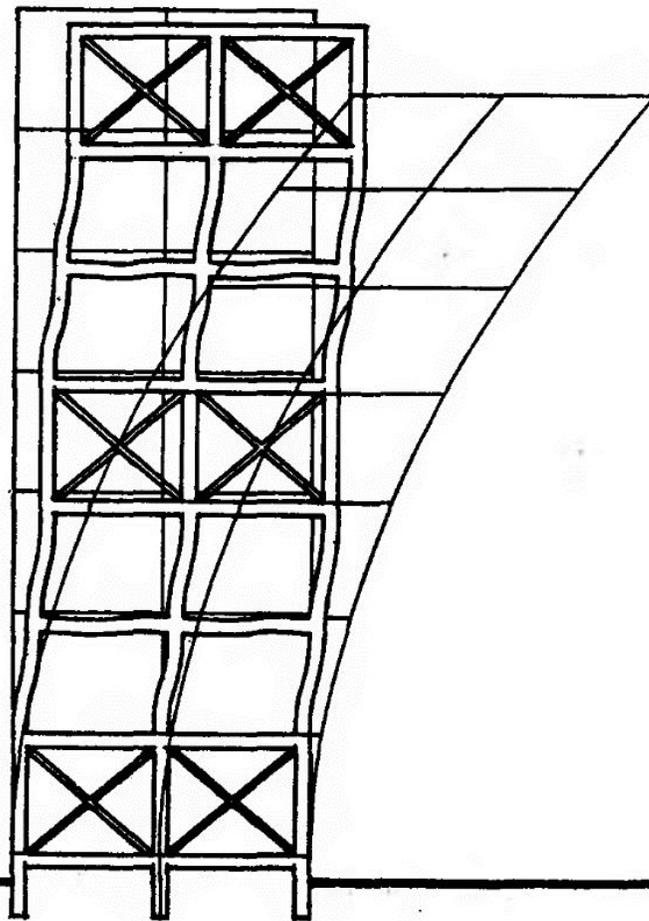
кручение



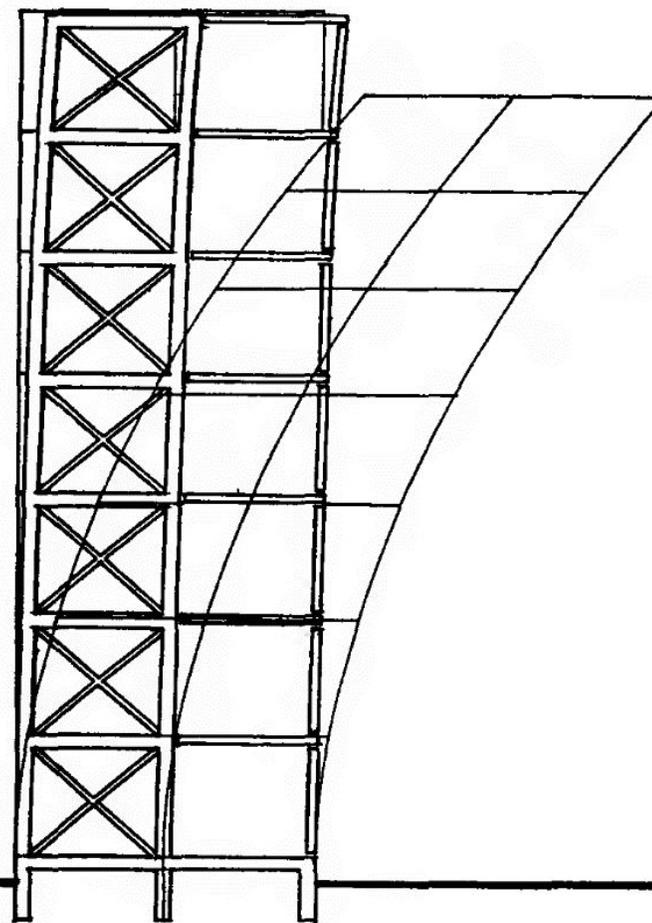
колебания



Рамная решетка с элементами жесткости в верхнем этаже



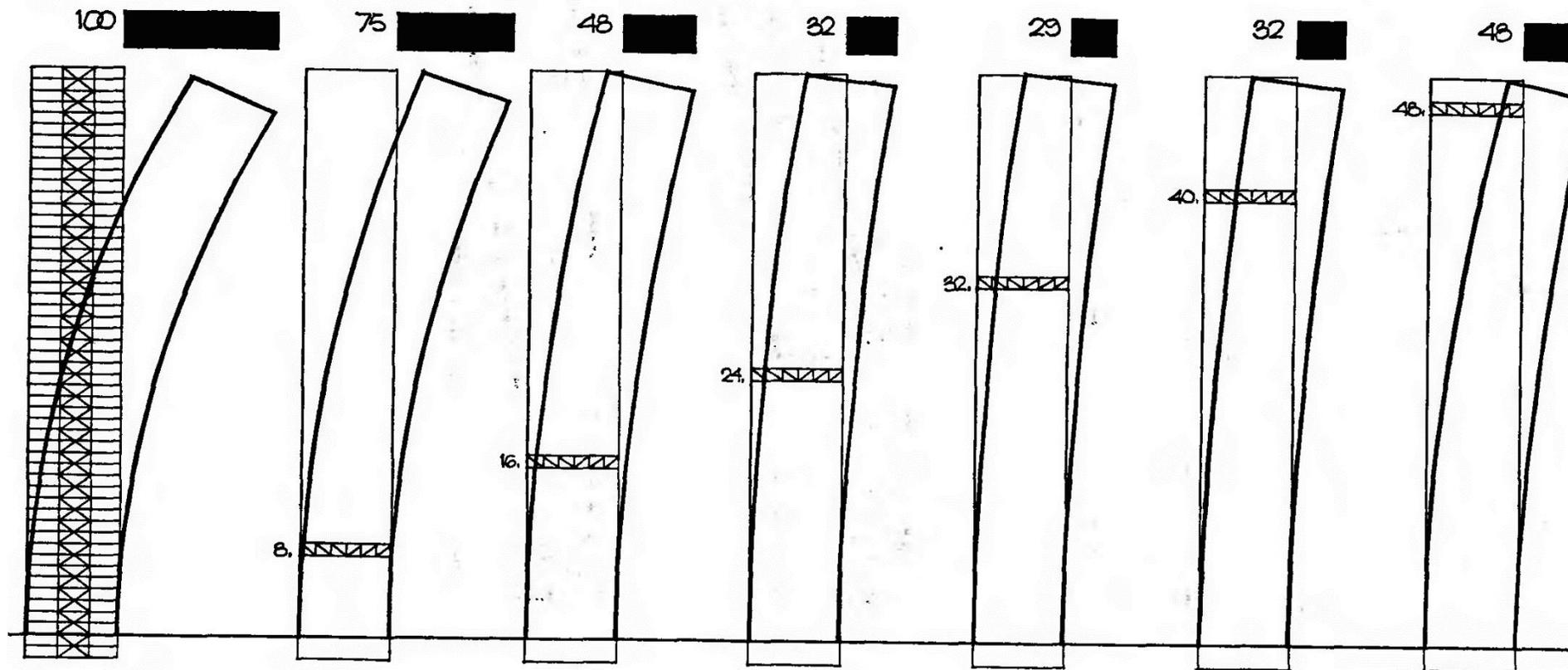
Рамная решетка с элементами жесткости на отдельных этажах



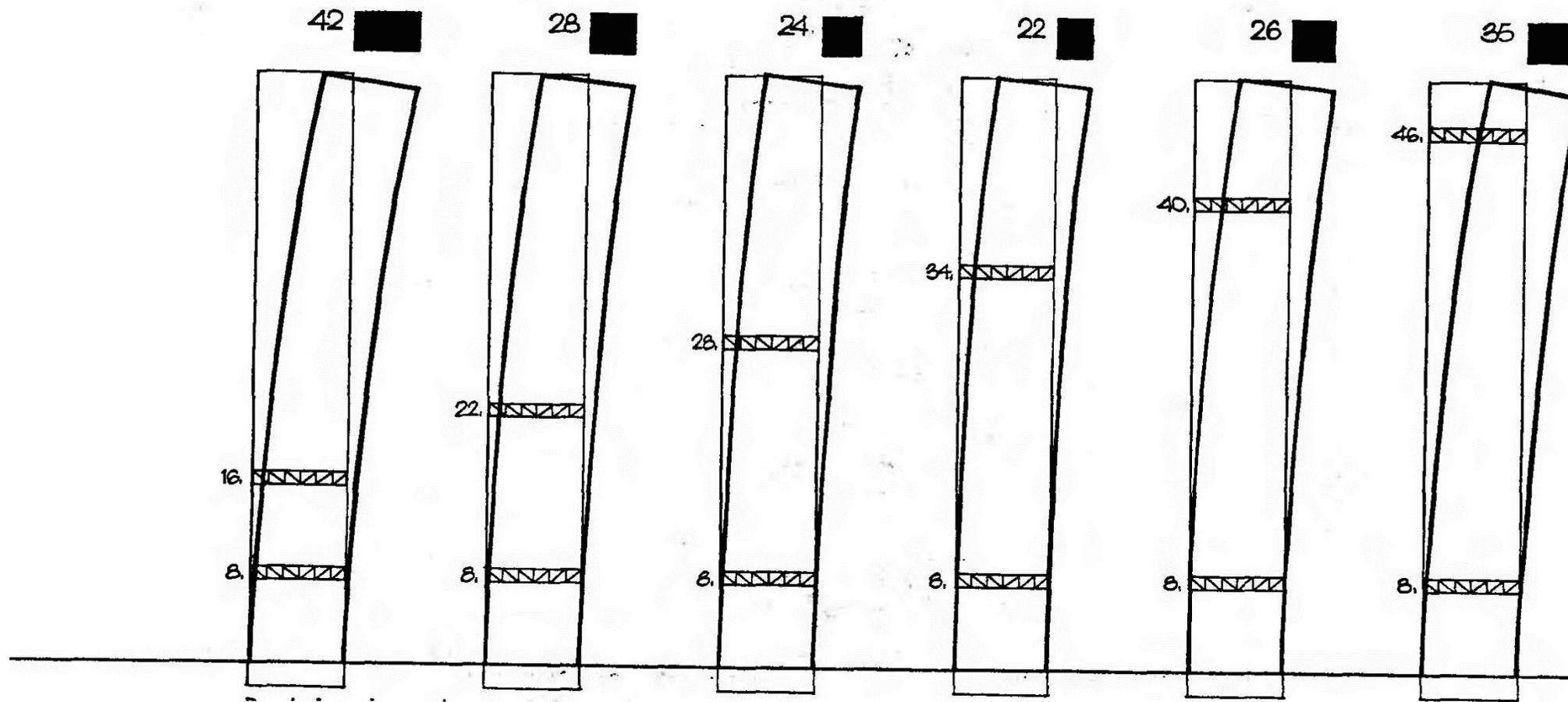
Повышение жесткости вертикальной многэтажной рамы

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ МЕЖДУЭТАЖНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ НА РАЗЛИЧНОЙ ВЫСОТЕ НА ОТНОСИТЕЛЬНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫСОТНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Пример: 50-этажное высотное здание с фахверковым повышением жесткости (по Бютнеру/Хампе «Строительное сооружение / Несущая конструкция / Несущая структура»).

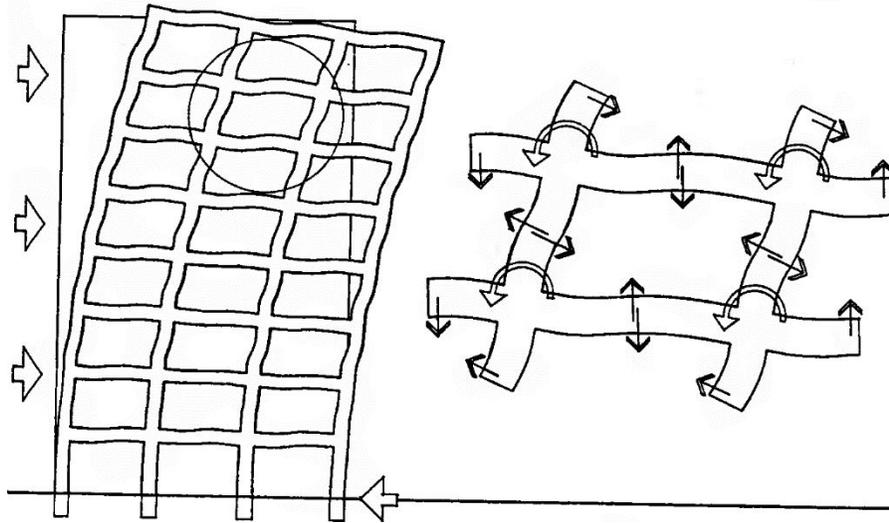


У 50-этажного высотного сооружения максимальная эффективность повышения жесткости между этажным перекрытием (минимальное отклонения верхнего этажа) находится в зоне 30-го этажа, т.е. приблизительно на высоте 3/5 общей вертикали здания.



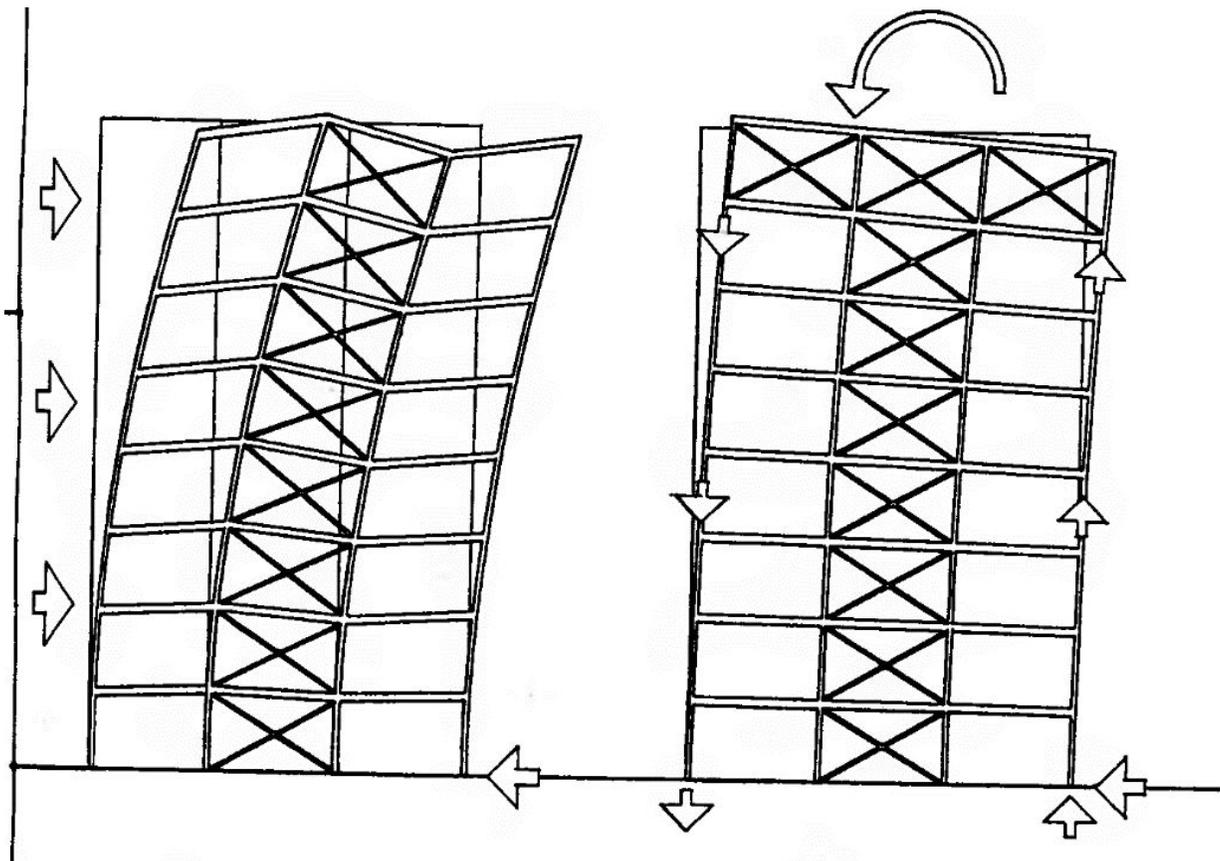
Благодаря дополнительному междуэтажному повышению жесткости (в области 8-го этажа) значительно повышается устойчивость высотного сооружения (уменьшается отклонение последнего этажа) . Максимальная эффективность снова находится в области 30-го этажа.

Принцип действия систем повышенной жесткости конструкции по вертикали.



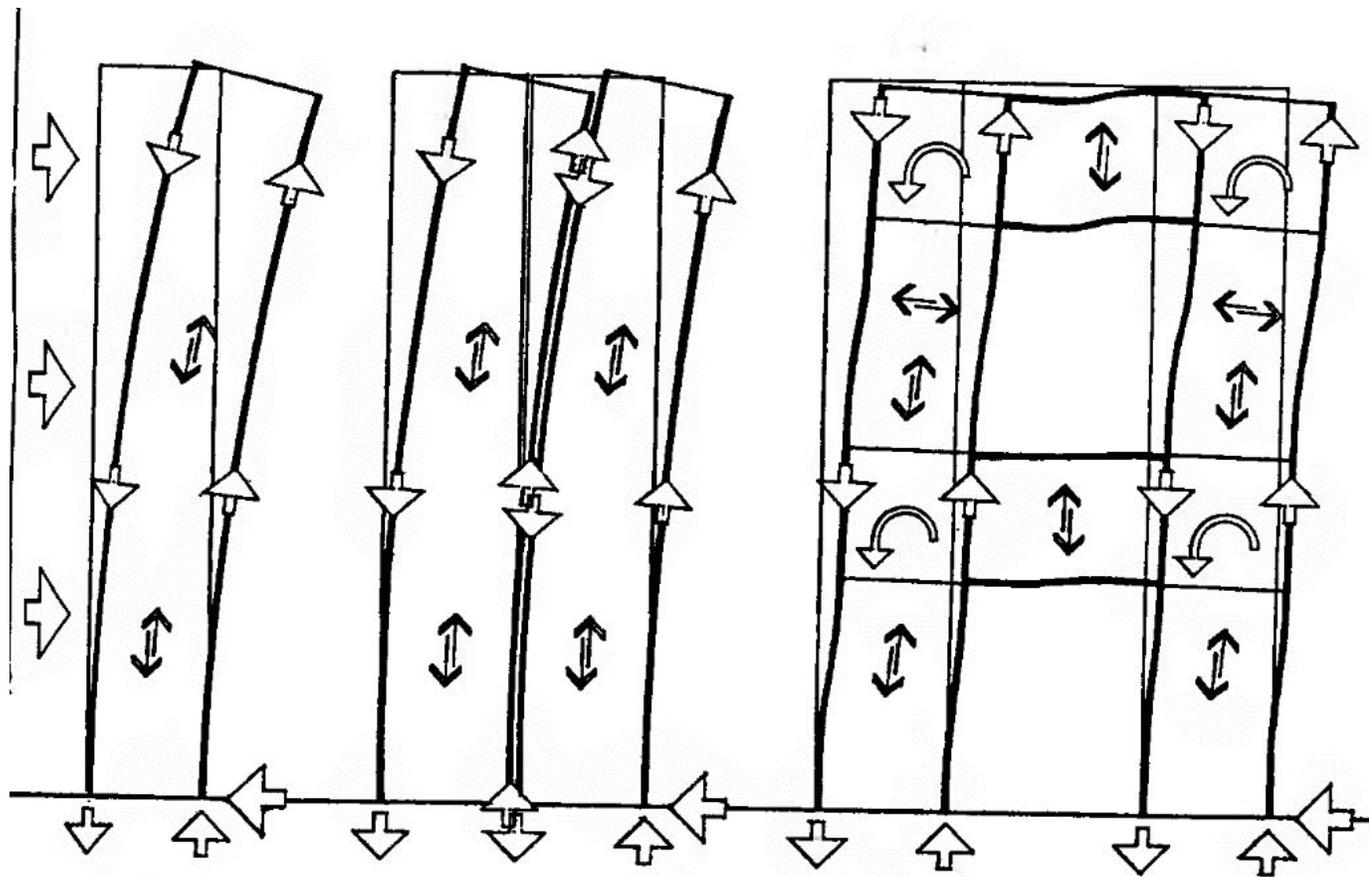
Рамная система.

Рамная система бокового повышения жесткости (от ветра или землетрясения) основана на прочности на изгиб рамных элементов (ригеля и стойки), а также на их прочном на изгиб соединении. При деформации вследствие боковых нагрузок в стойках и ригелях рам возникают поперечные усилия. Из-за этого в узлах соединения вследствие их динамической связи образуются крутящие моменты, которые противостоят деформации.



Система главного ригеля.

Благодаря повышению жесткости последнего этажа и его соединения со стенкой, подвергаемой сдвигу, увеличиваются возможности механизма повышения жесткости. Каждая деформация стены, подверженной сдвигу в следствии боковой нагрузки, способствует тому, что над главным ригелем напряжению подвергаются главные опоры. Возникающие силы на растяжение и сжатие вызывают, помимо непосредственного сопротивления, противодействующий момент, который значительно уменьшает отклонение и снижает напряжение на изгиб.



Система труб.

Жесткое на сдвиг образование внешних стен, а также их динамическая связь между собой создают принцип замещенных труб. Эта несущая система особенно эффективна против боковой нагрузки.

1. Включение всех опор, связей, подоконных ригелей и внешних стен в механику бокового сопротивления.
2. Оптимальное расширение площади сопротивления.

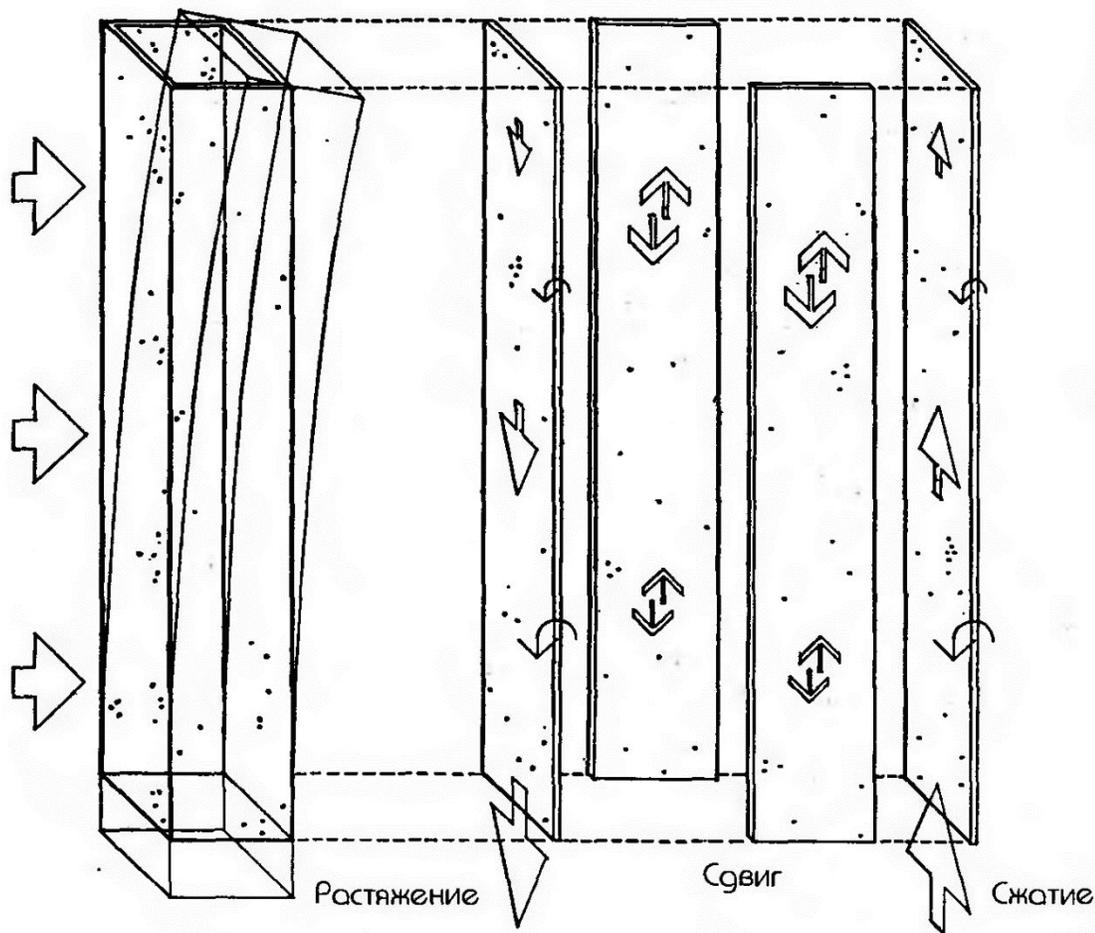
Вертикальное повышение жесткости по принципу труб.

Несущая система

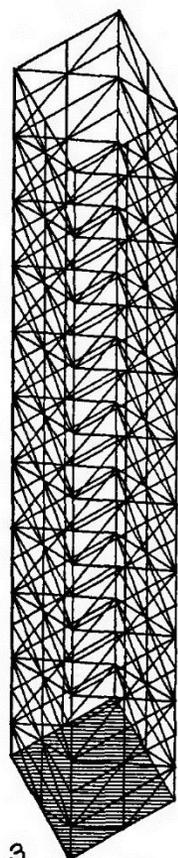
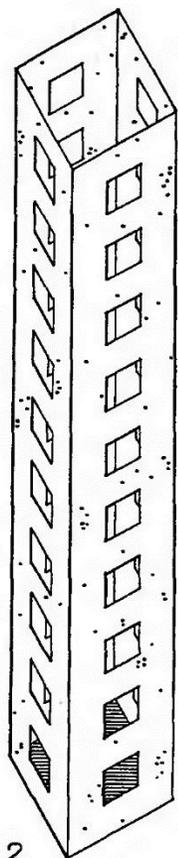
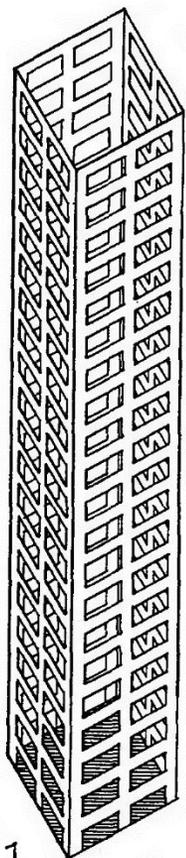
1. Образование каждой внешней стены как вертикальной консольной балки, прочной на сдвиг, сжатие и растяжение.
2. 2. Динамическое соединение всех внешних стен в единую вертикальную балку коробчатого сечения = консольная балка.

Принцип действия.

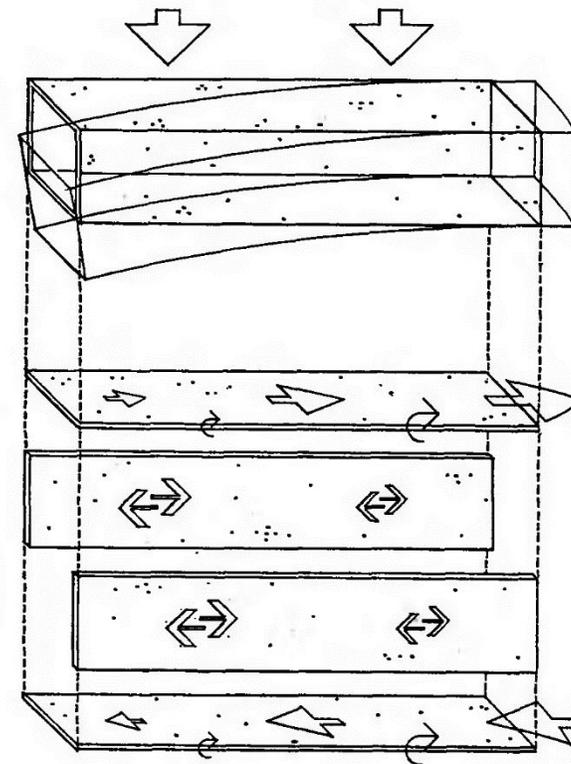
Внешние стены в направлении ветра действуют как стены со срезающим усилием, две другие стены действуют как сжимающие и, соответственно, растягивающие элементы, а так же как элементы сопротивления изгибу. Это означает, что несущая конструкция внешних опор для отведения вертикальных нагрузок полностью включается в механизм сопротивления боковым силам.



ТИПИЧНЫЕ НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ В ВИДЕ ТРУБ



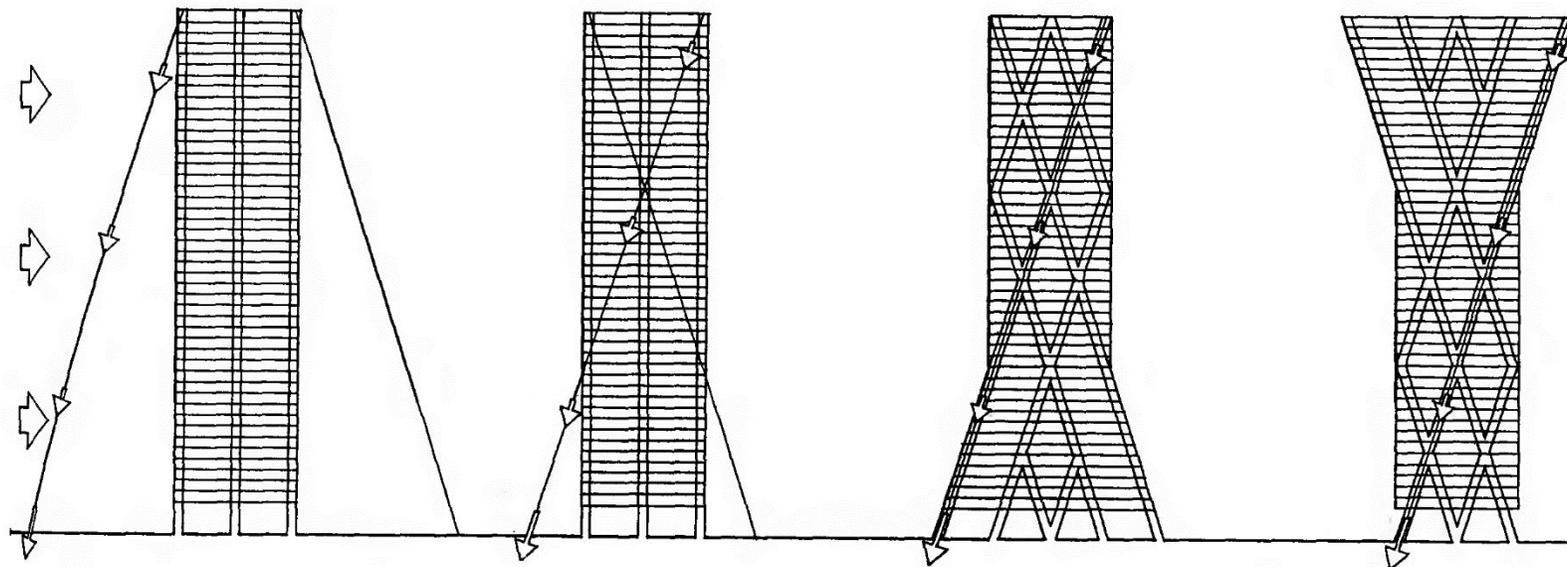
1. Трубы-рамы
2. Трубы-стены
3. Решетчатые трубы



Принцип действия труб высотного здания соответствует поведению горизонтальной консольной балки коробчатого сечения под вертикальной нагрузкой.

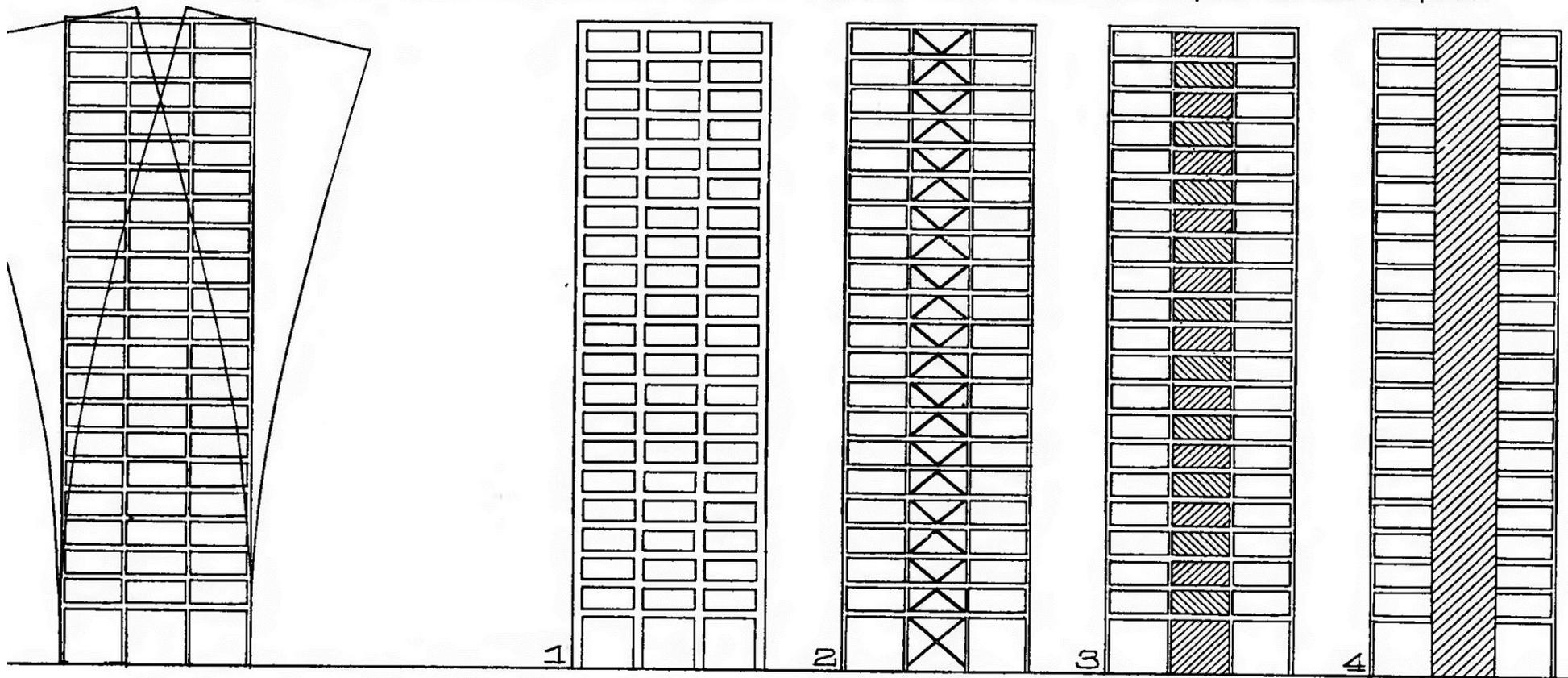
СТАБИЛИЗАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕХАНИЗМА УДЕРЖАНИЯ

Система напряженных опор



С помощью включения стабилизирующего механизма посредством натяжных тросов в систему вертикальной передачи нагрузок возникает система напряженных опор. Предварительно напряженные ванты внутри наклонных опор препятствуют критическому отклонению.

ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРИДАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ НЕСУЩИМ КОНСТРУКЦИЯМ



Отсутствие сопротивления
горизонтальным силам

1

Неразрезные
рамы

2

Фахверковое
соединение

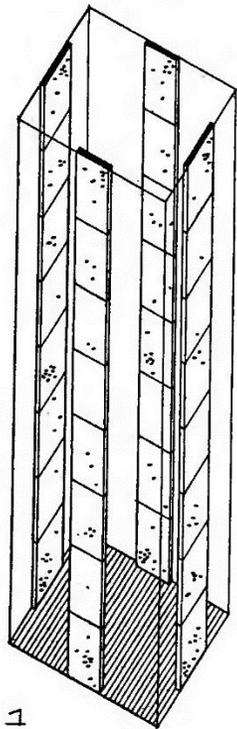
3

Сплошное заполне-
ние каркаса

4

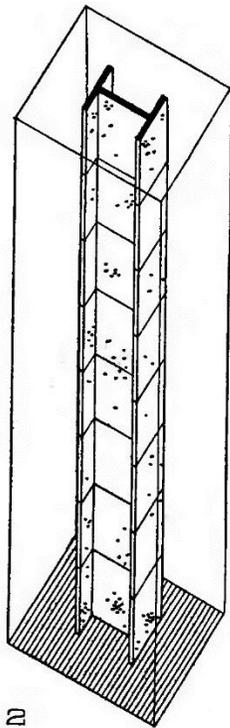
Неразрезные
стены

СТАНДАРТНЫЕ ФОРМЫ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЖЕСТКОСТИ



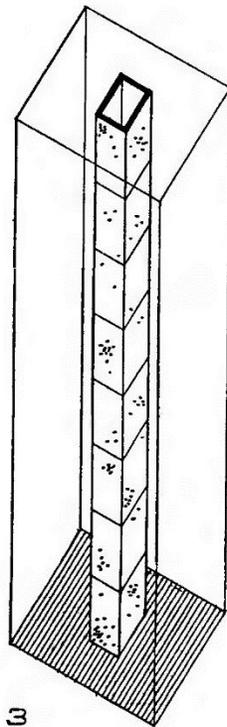
1

Внешние стены, работающие на сдвиг



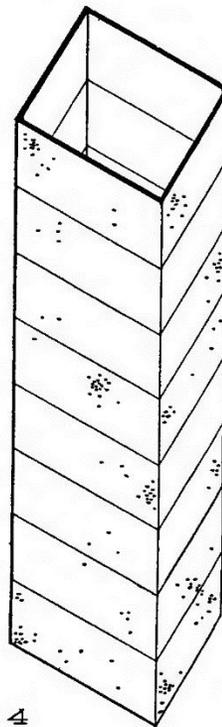
2

Внутренние стены, работающие на сдвиг



3

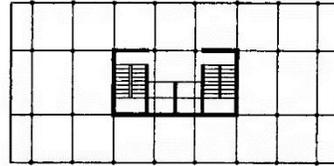
(Центральный) ствол



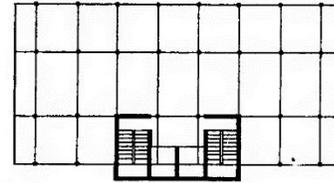
4

Трубы

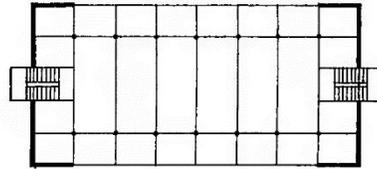
Влияние ветровых связей на формообра



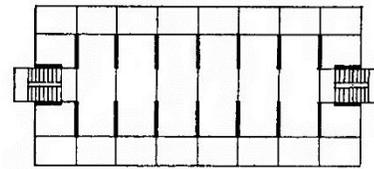
центральное ядро



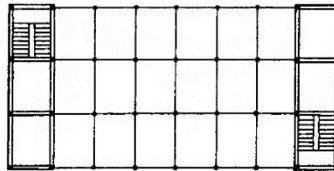
боковое ядро



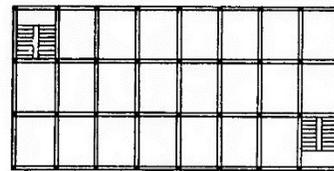
внешние стены



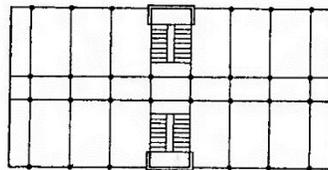
перегородки



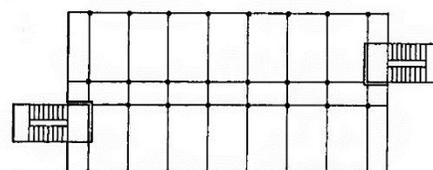
крайние рамы



полный каркас



центральные лестницы



лестницы с торцов

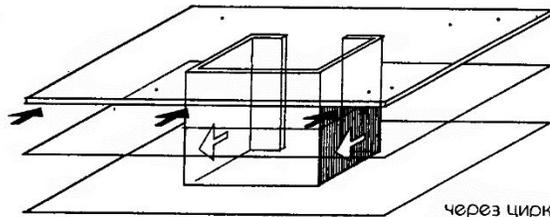
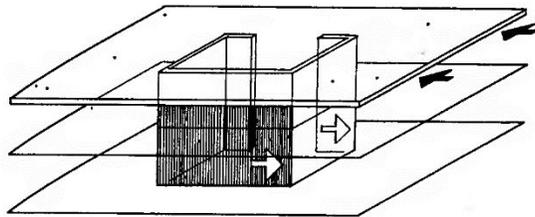
Несущие элементы ветровых связей

стены циркуляционного ядра

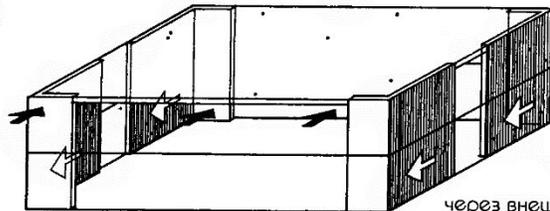
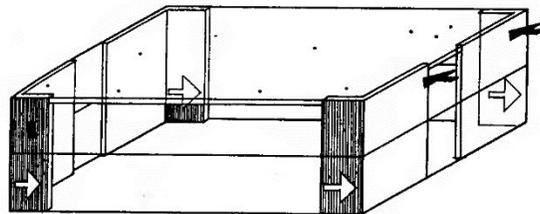
внешние стены или перегородки

опоры и балки (рамы)

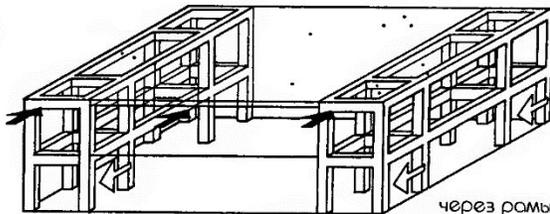
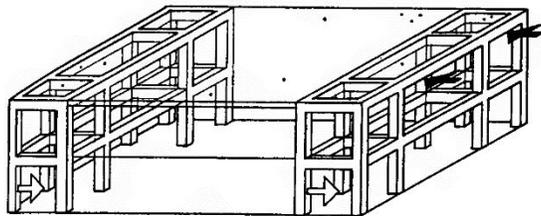
элементы стен лестничной клетки



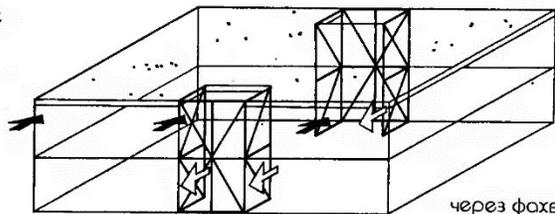
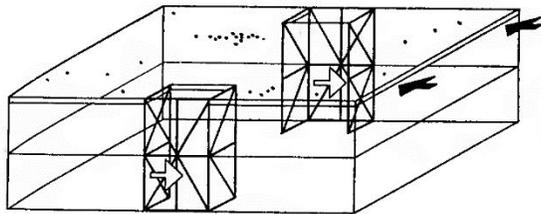
через циркуляционное
ядро жесткости



через внешние стены

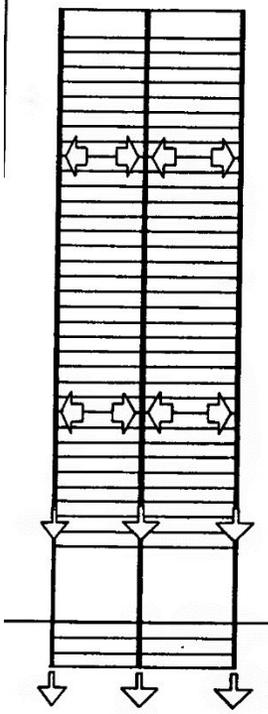


через рамы

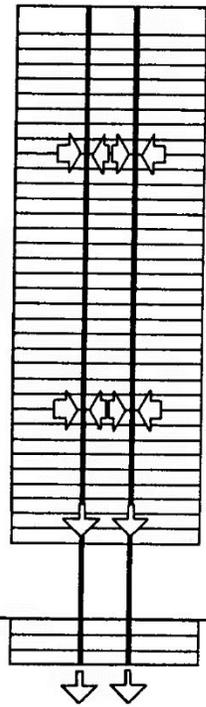


через фахверки

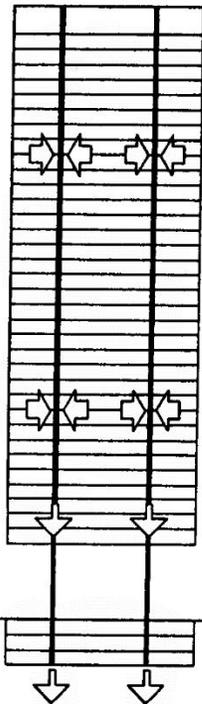
Смешанные системы концентрации и передачи нагрузок.



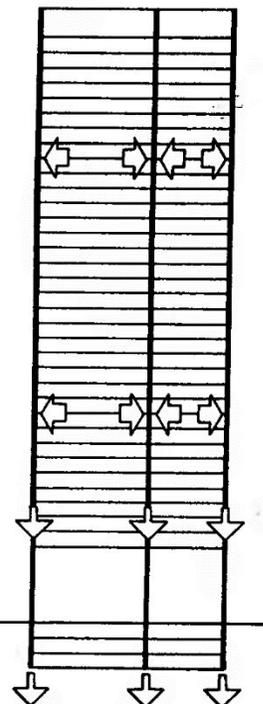
система с оболочкой с центральной опорой



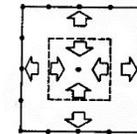
система с расширенным несущим стволом



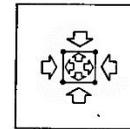
широкопролетная система с консолями



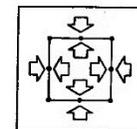
асимметричная напряженная система



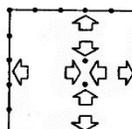
Нагрузки каждого этажа передаются частично по центру, частично по внешним стенам.



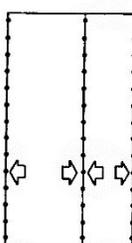
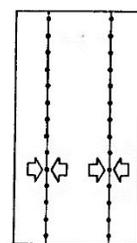
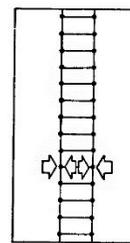
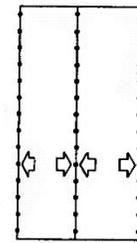
Нагрузки передаются к центру, в точке центрального ядра.



Нагрузки передаются к промежуточным узловым точкам как от центра, так и с боков.

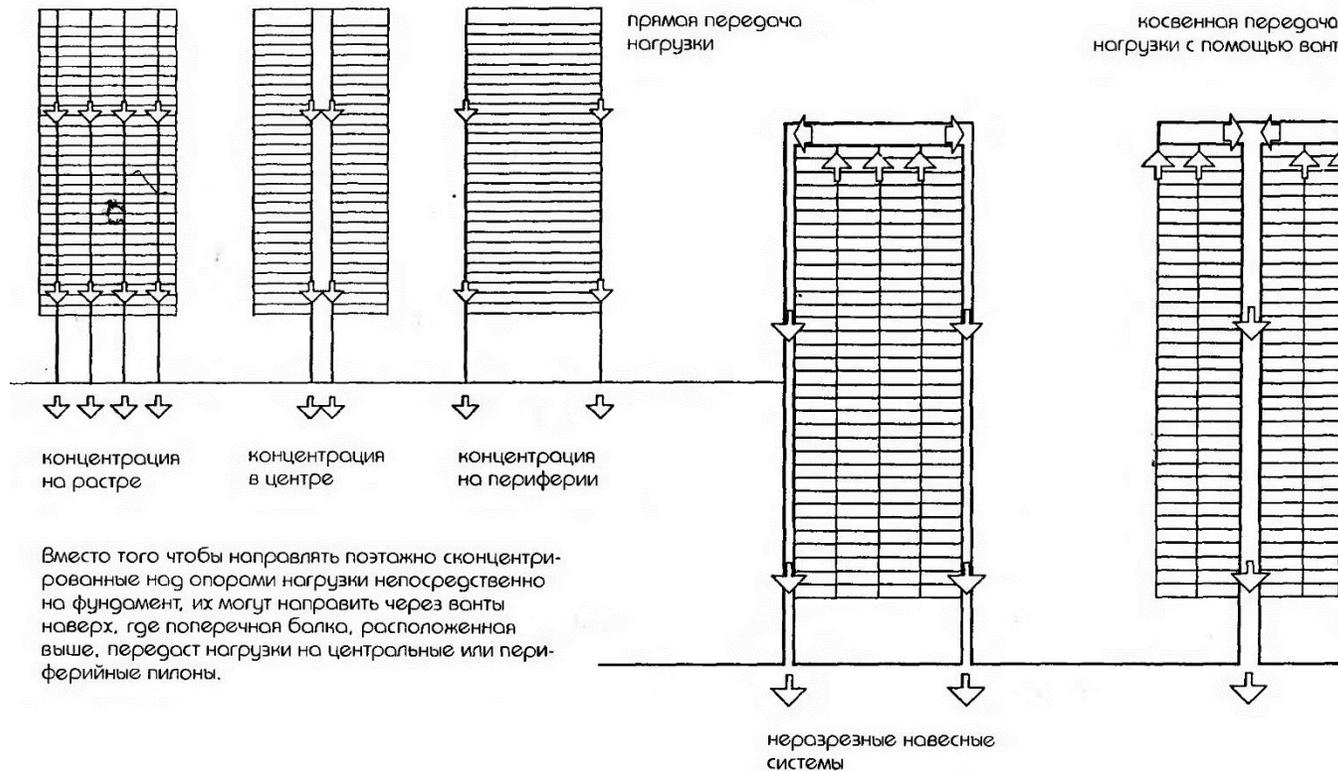


Нагрузки передаются на узловые точки по-разному.

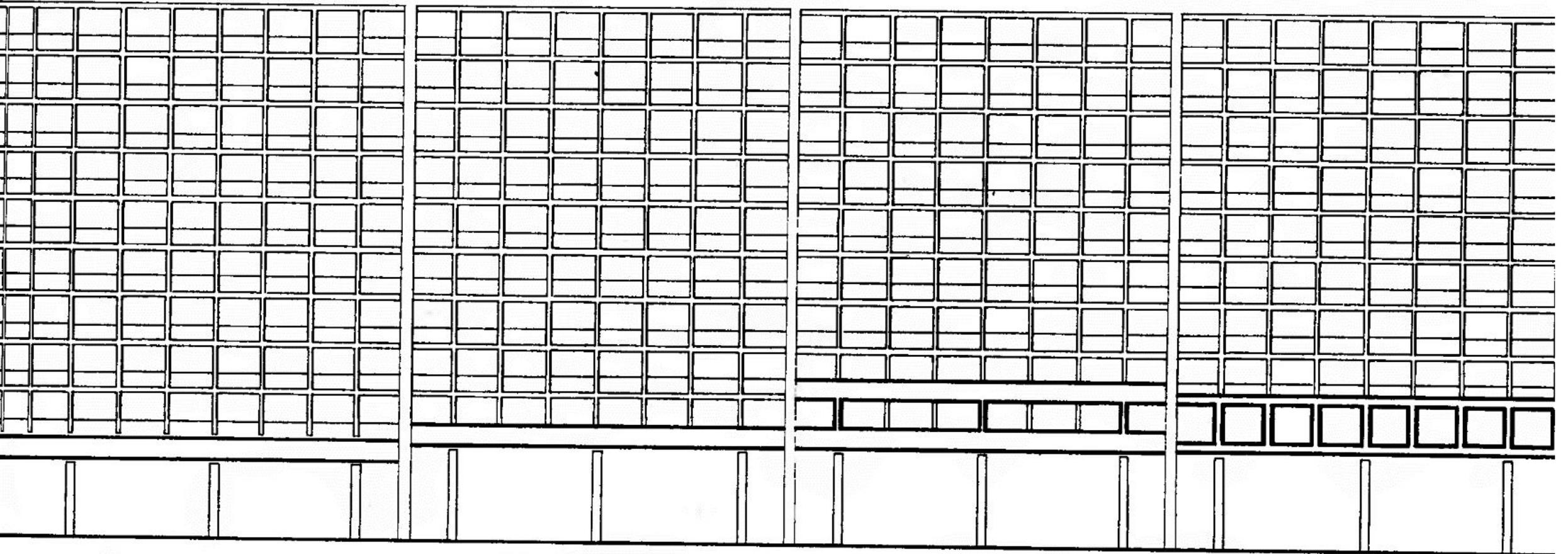


Система косвенной вертикальной передачи нагрузок при растровой концентрации Мостовые высотные сооружения.

СИСТЕМЫ КОСВЕННОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ НАГРУЗОК ПРИ РАСТРОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ
МОСТОВЫЕ ВЫСОТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ



СИСТЕМА ОПОРНЫХ БАЛОК НАД ПЕРВЫМ ЭТАЖОМ



трапециевидная балка

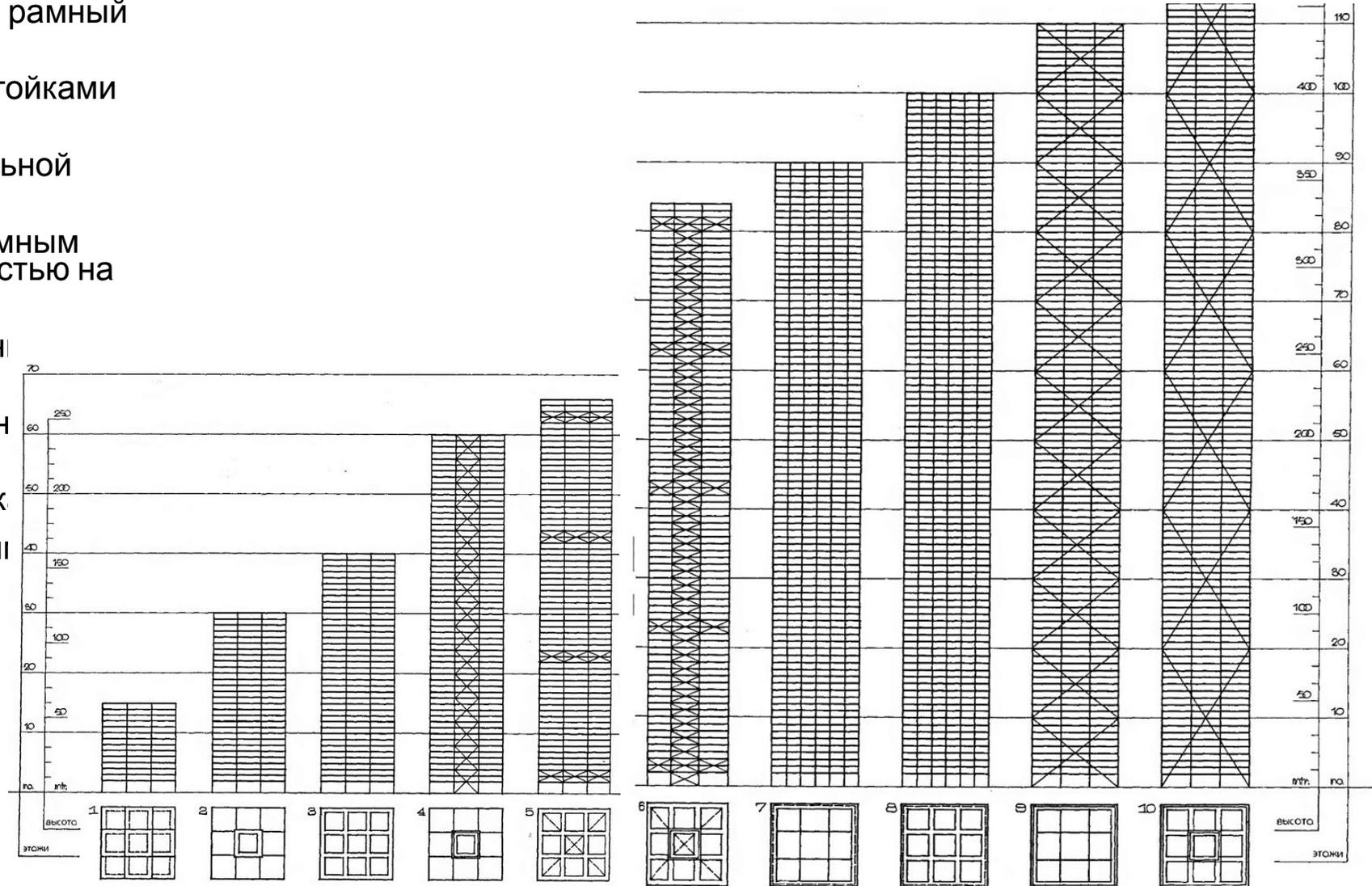
балки для опоры стены
в подоконной части

балки в подоконной части
в двух этажах

многопролетная рама

Стандартные концепции высотных нагрузок из стали

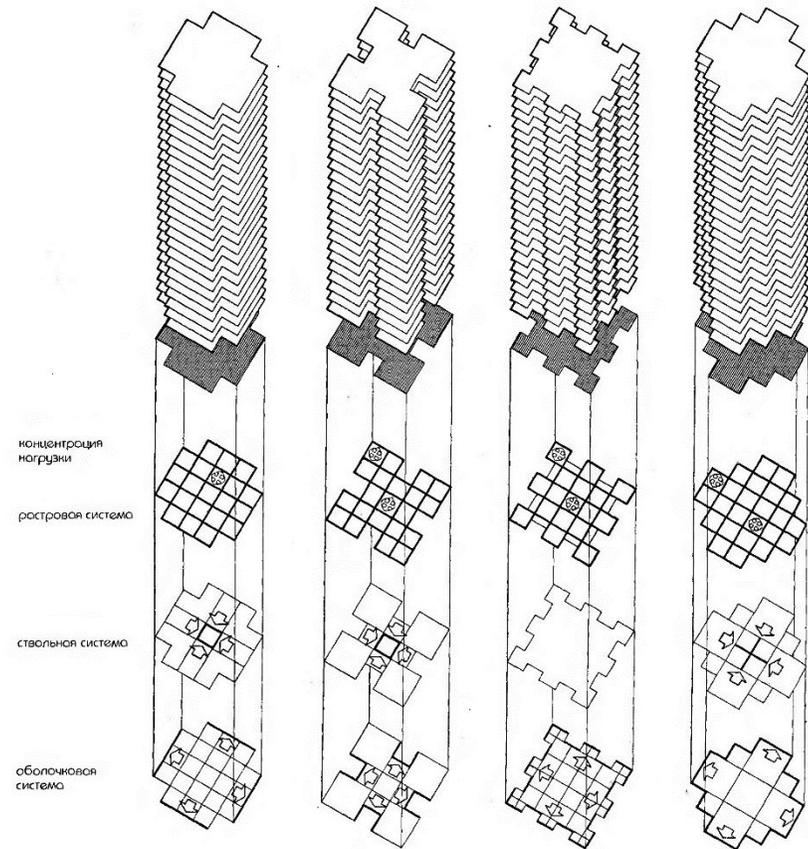
- Установленные рамы/ Частичное повышение жесткости рамного раstra
- Рамное ядро со стойками каркаса
- Неразрезной рамный растр / Полный рамный каркас
- Фахверковое или стеновое ядро со стойками каркаса
- Полный рамный каркас с дополнительной жесткостью на отдельных этажах
- Фахверковое или стеновое ядро с рамным каркасом и с дополнительной жесткостью на отдельных этажах
- Уплотненная рамная оболочка с полным каркасом
- Уплотненная рамная оболочка с рамным каркасом
- Фахверковая оболочка с полным каркасом
- Фахверковая оболочка с фахверковым или стеновым ядром жесткости и рамным каркасом.



Примеры. Типичные формы башен, построенных на квадратном плане.



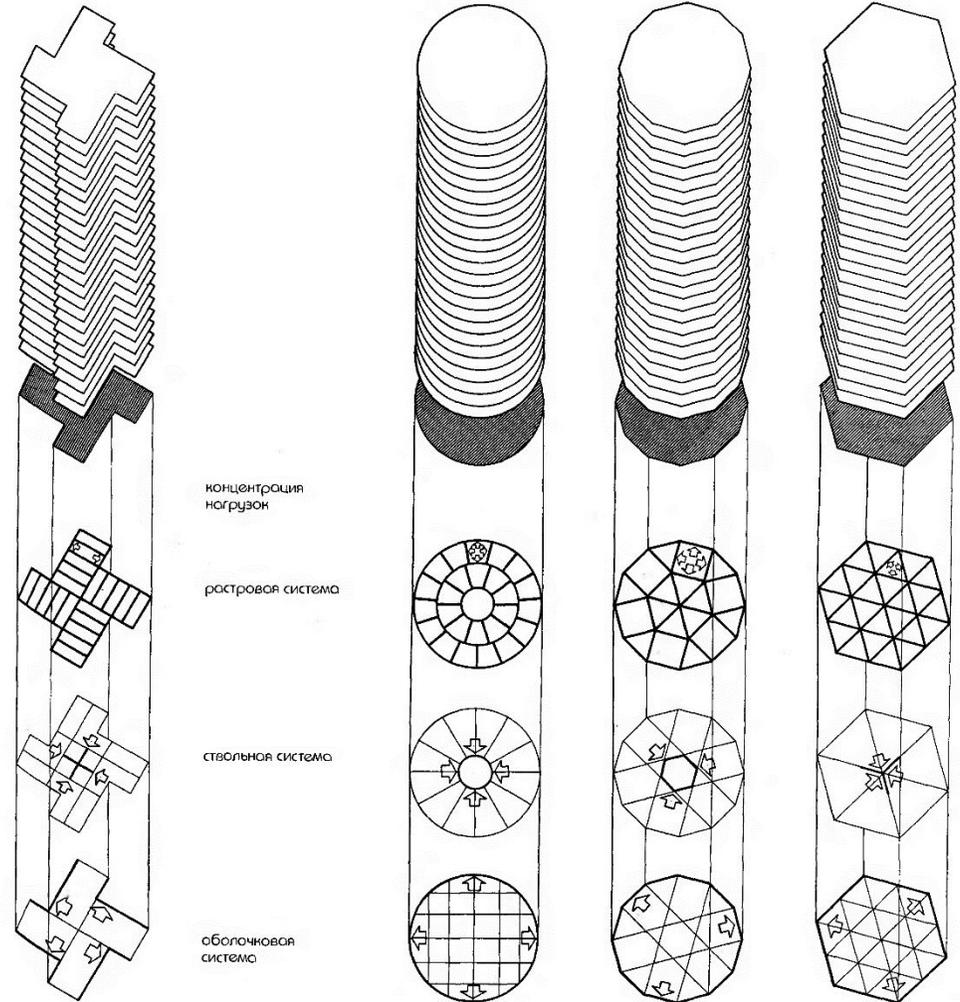
Эмпайр-Стейт-Билдинг - небоскреб Америки



Формы башен построенных на круглом плане



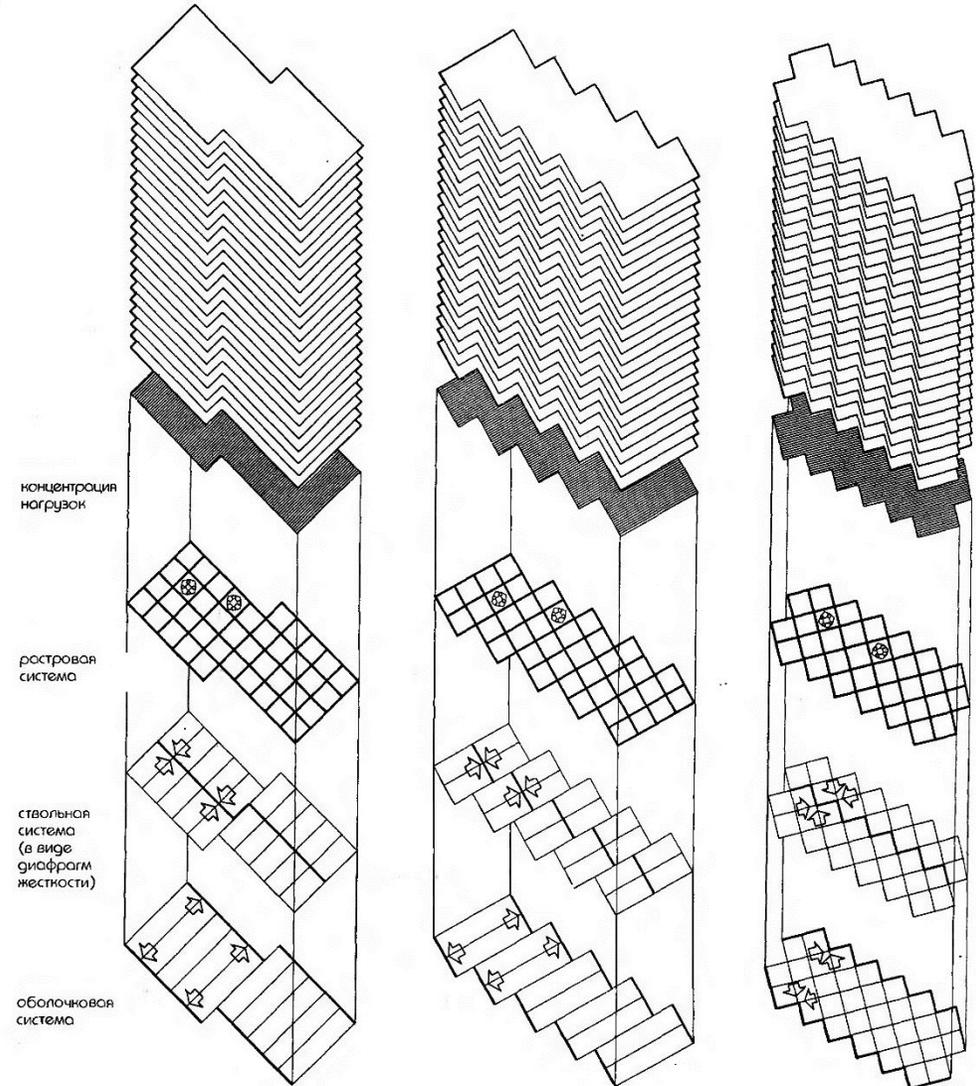
Небоскреб Мэри-
Экс



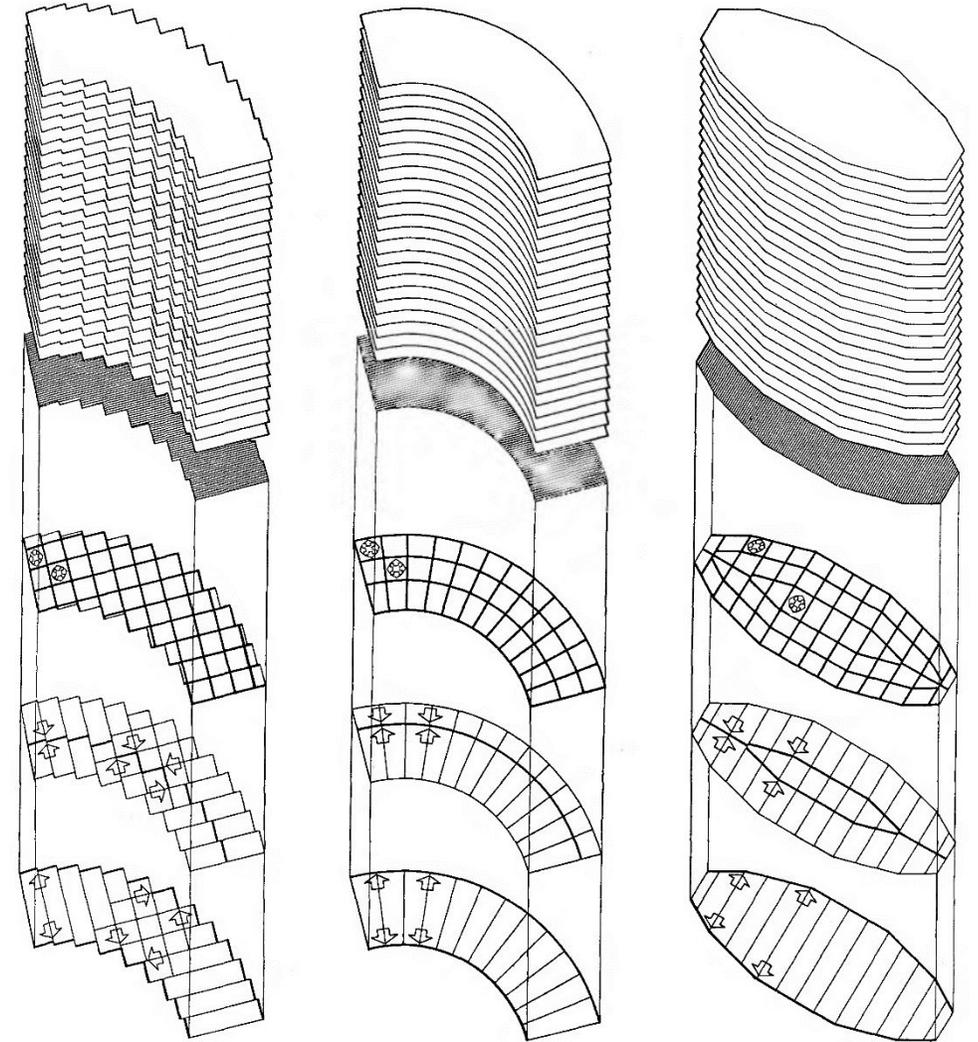
Типичные формы зданий построенных на прямоугольном пл



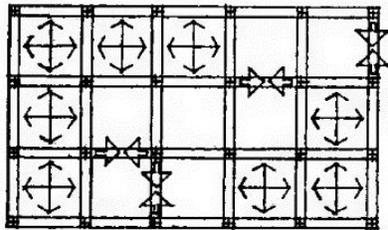
Небоскребы
Шанхая



Здания, построенные на плане изогнутой формы.

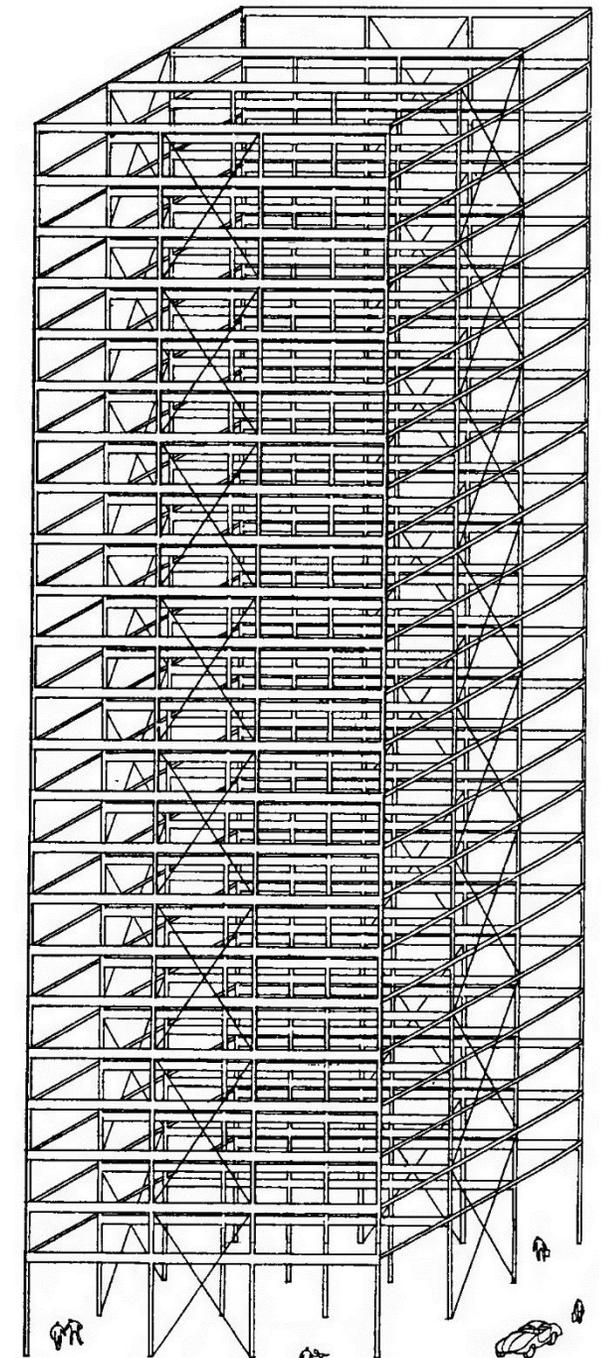
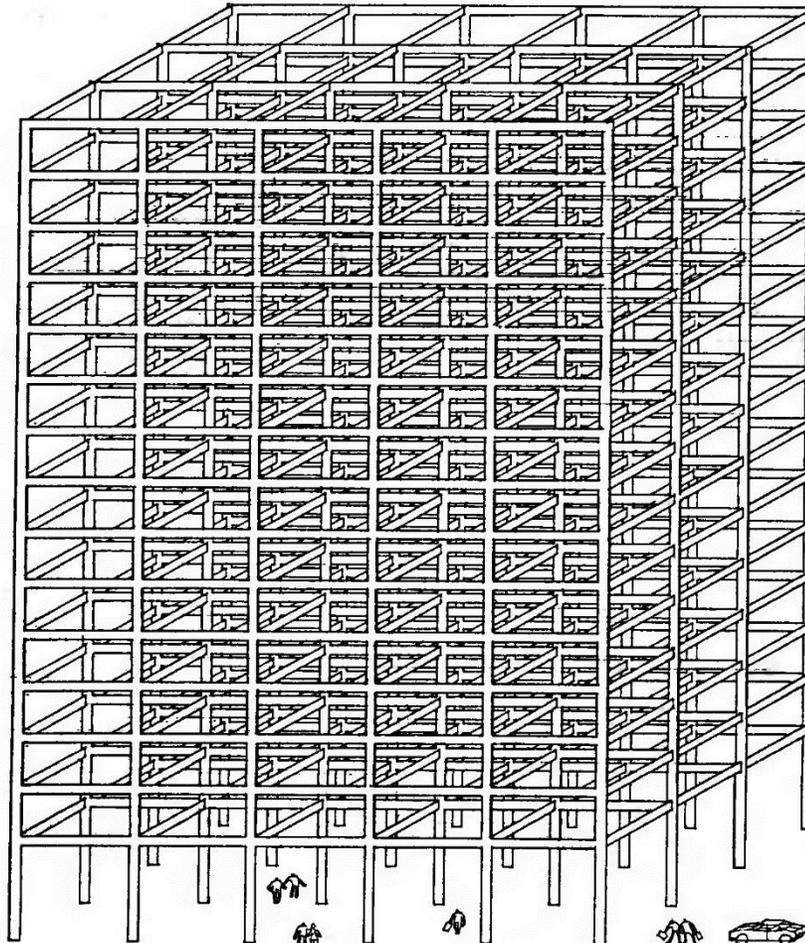
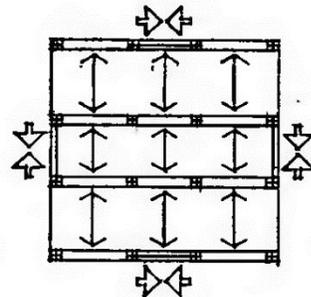


Растровые высотные сооружения.



Полный ромбный каркас

Стойка каркаса с элементами жесткости в двух направлениях



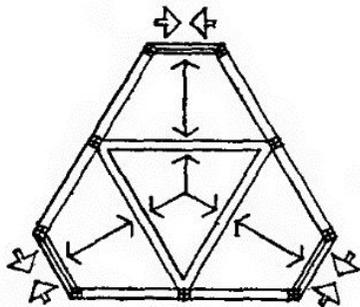
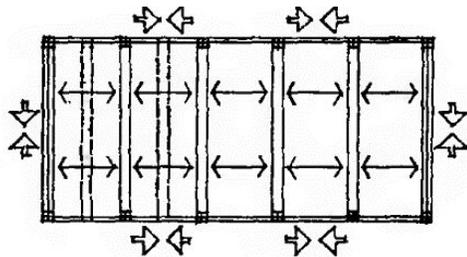
Trump world tower(USA)



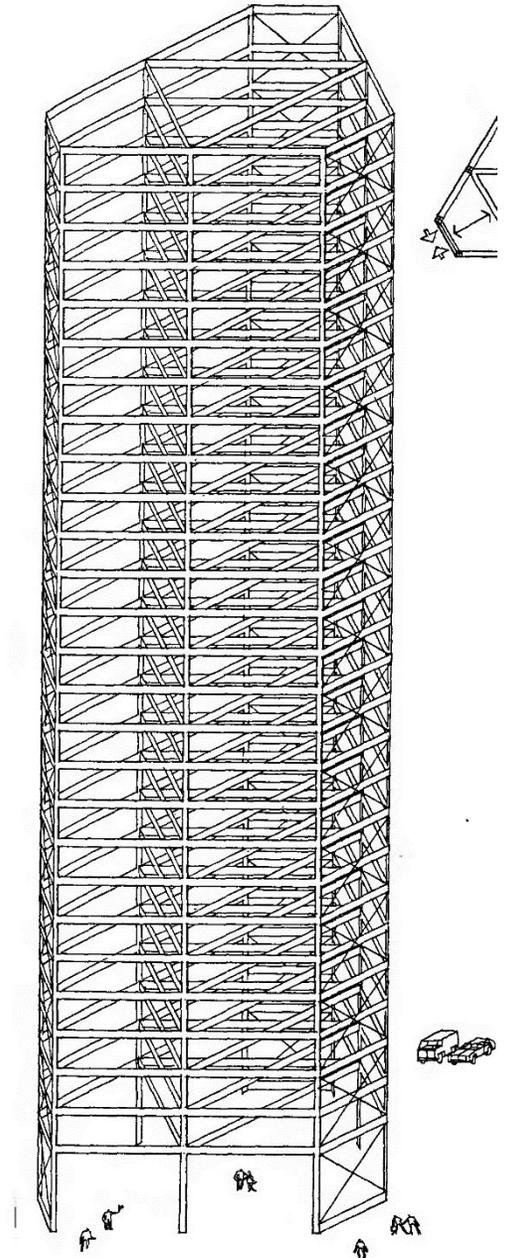
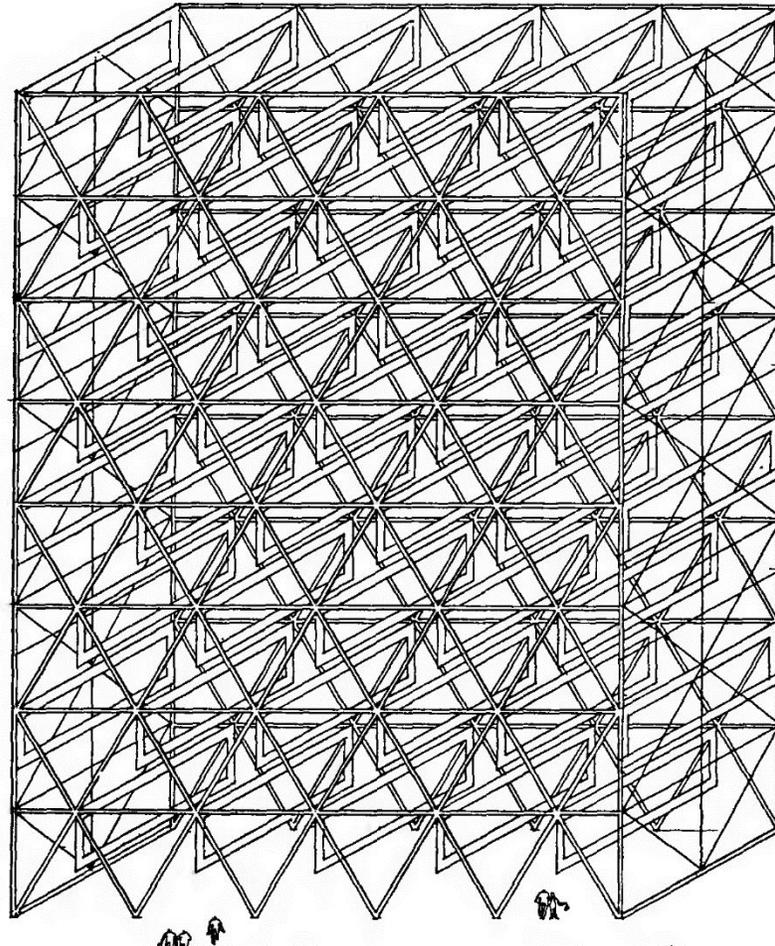
Оболочковые высотные сооружения

17

Фахверковая оболочка с поперечными элементами жесткости в торцевых стенах и навесными рамами



Столбчатая оболочка с отдельными элементами жесткости и диагональными балками перекрытий

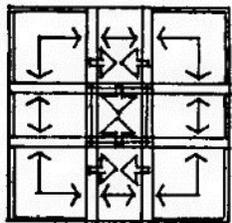
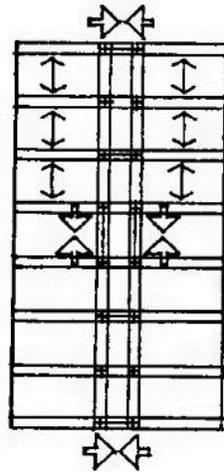


башни Хёрст. Нью-Йорк

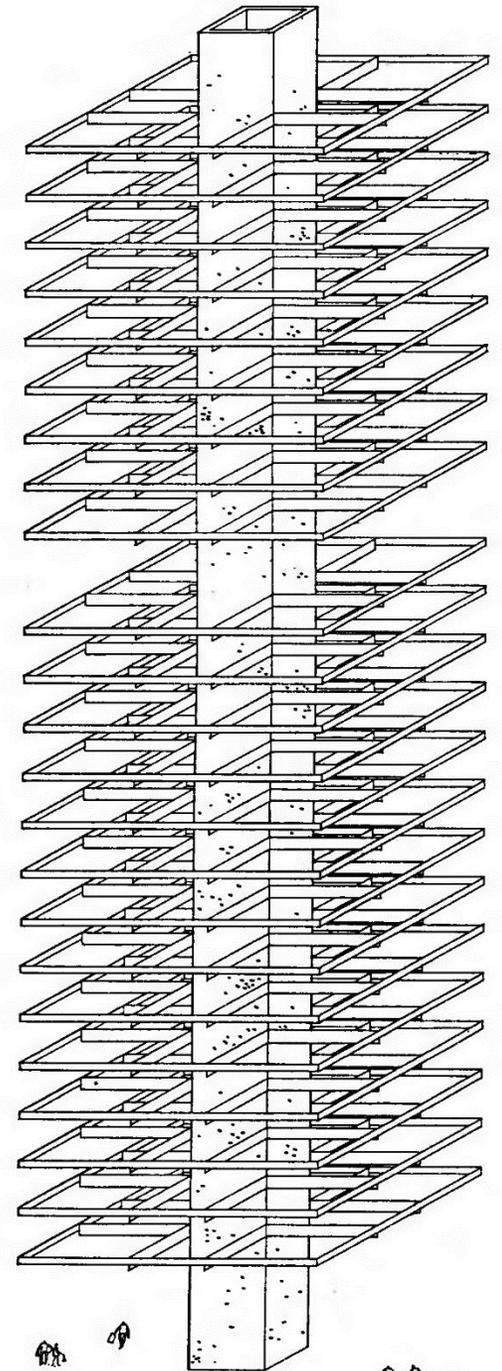
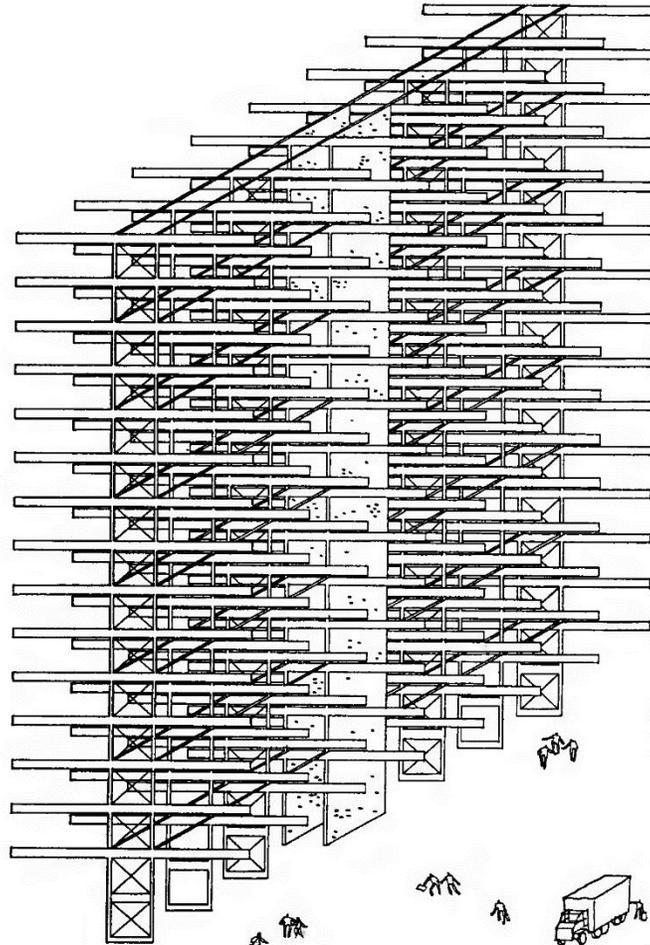


СТВОЛЬНЫЕ ВЫСОТЫЕ СООРУЖЕНИЯ

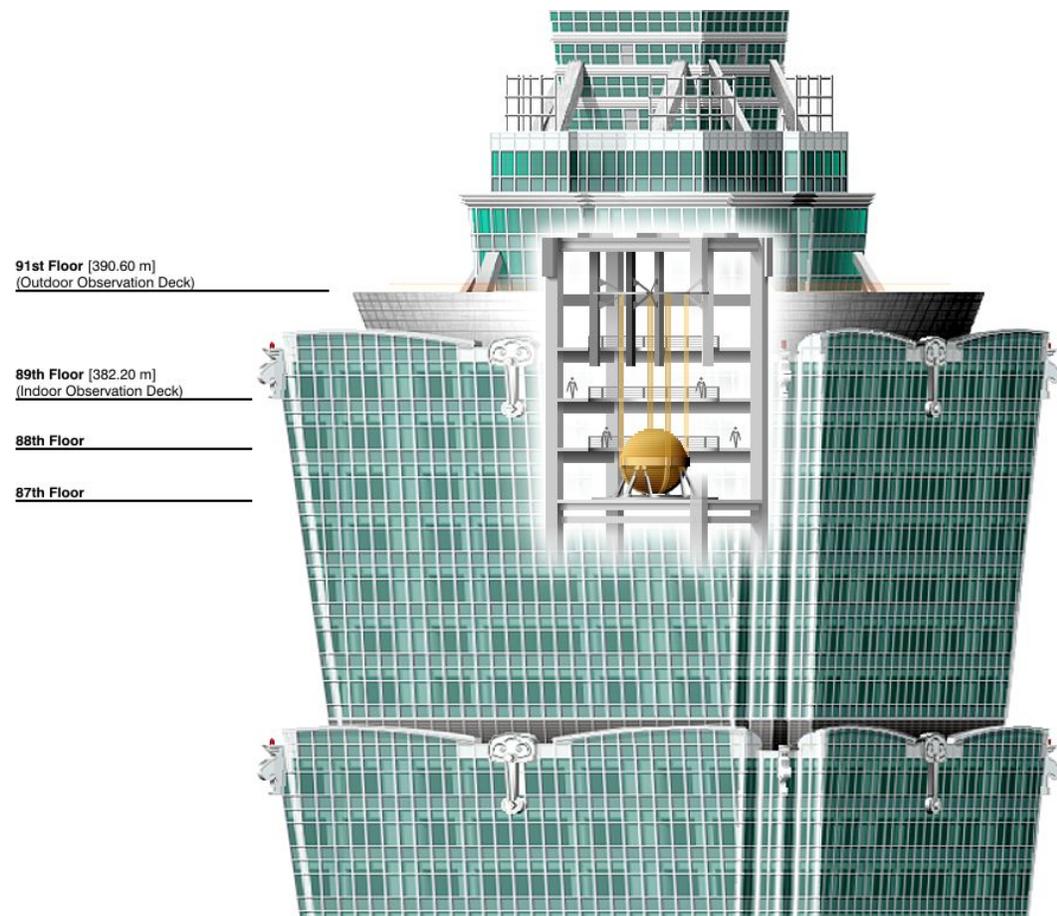
Стабилизированное осевое ядро из стоек каркаса с перекрытием в виде консолей



Стабилизированное точечное ядро-ствол с перекрытиями в виде консолей и рандбалок

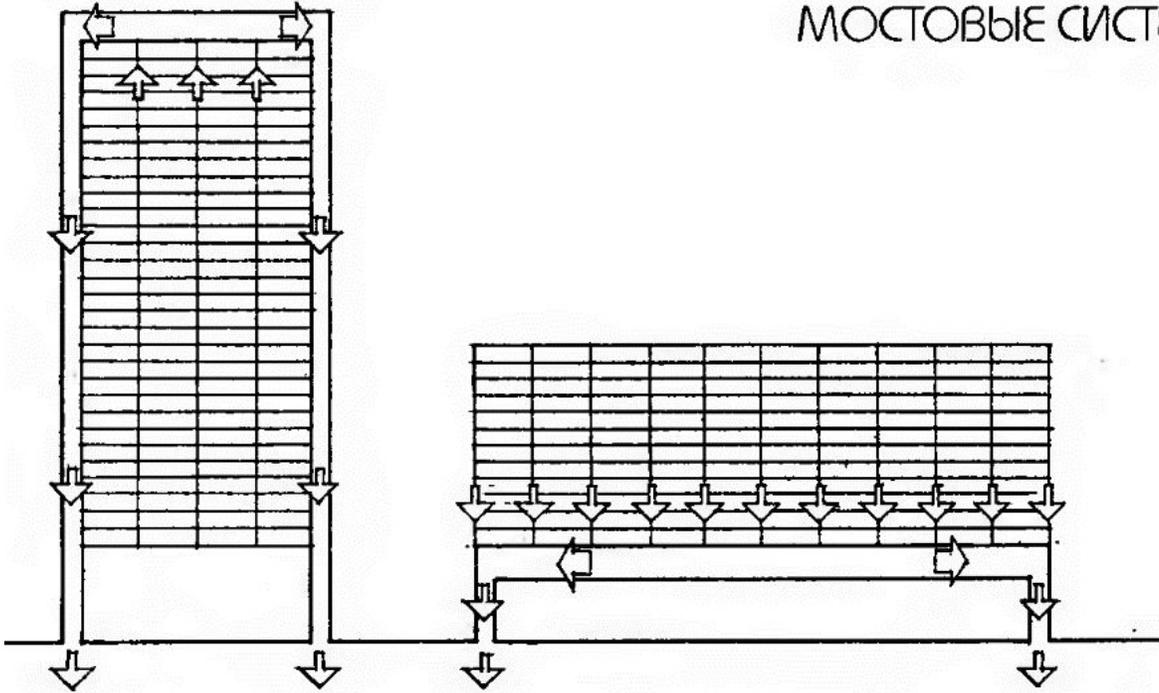


Тайбэй. Китай



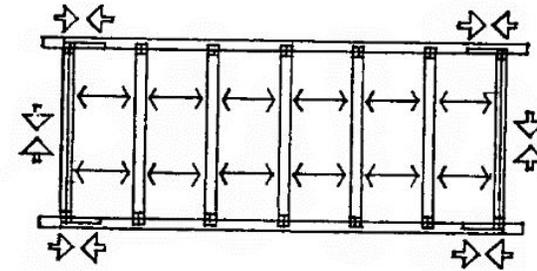
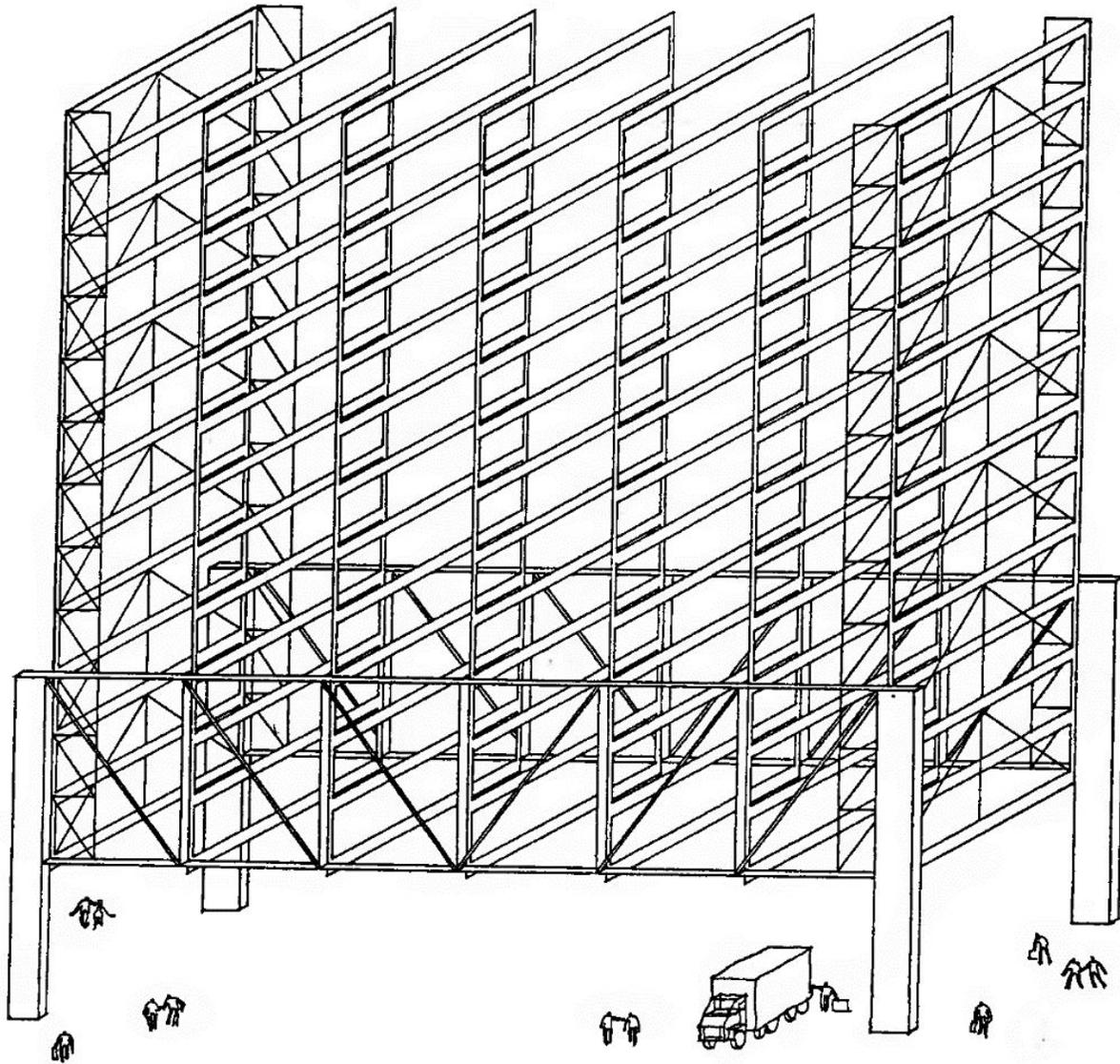
Мостовые системы.

МОСТОВЫЕ СИСТЕМЫ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ, АКТИВНЫХ ПО ВЫСОТЕ
Системы не прямой вертикальной передачи нагрузок

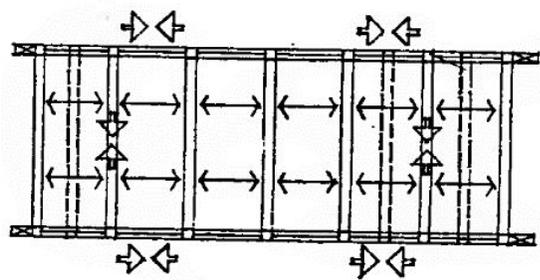


В системе с не прямой вертикальной передачей нагрузки необходима, как правило, расположенная выше отдельная несущая система. Эта система воспринимает всю нагрузку с отдельно стоящего несущего сооружения, активного по высоте, и отводит ее (с целью сохранения свободной поверхности пола), подобно мосту, через большие пролеты на несколько пилонов = МОСТОВЫЕ ВЫСОТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ.

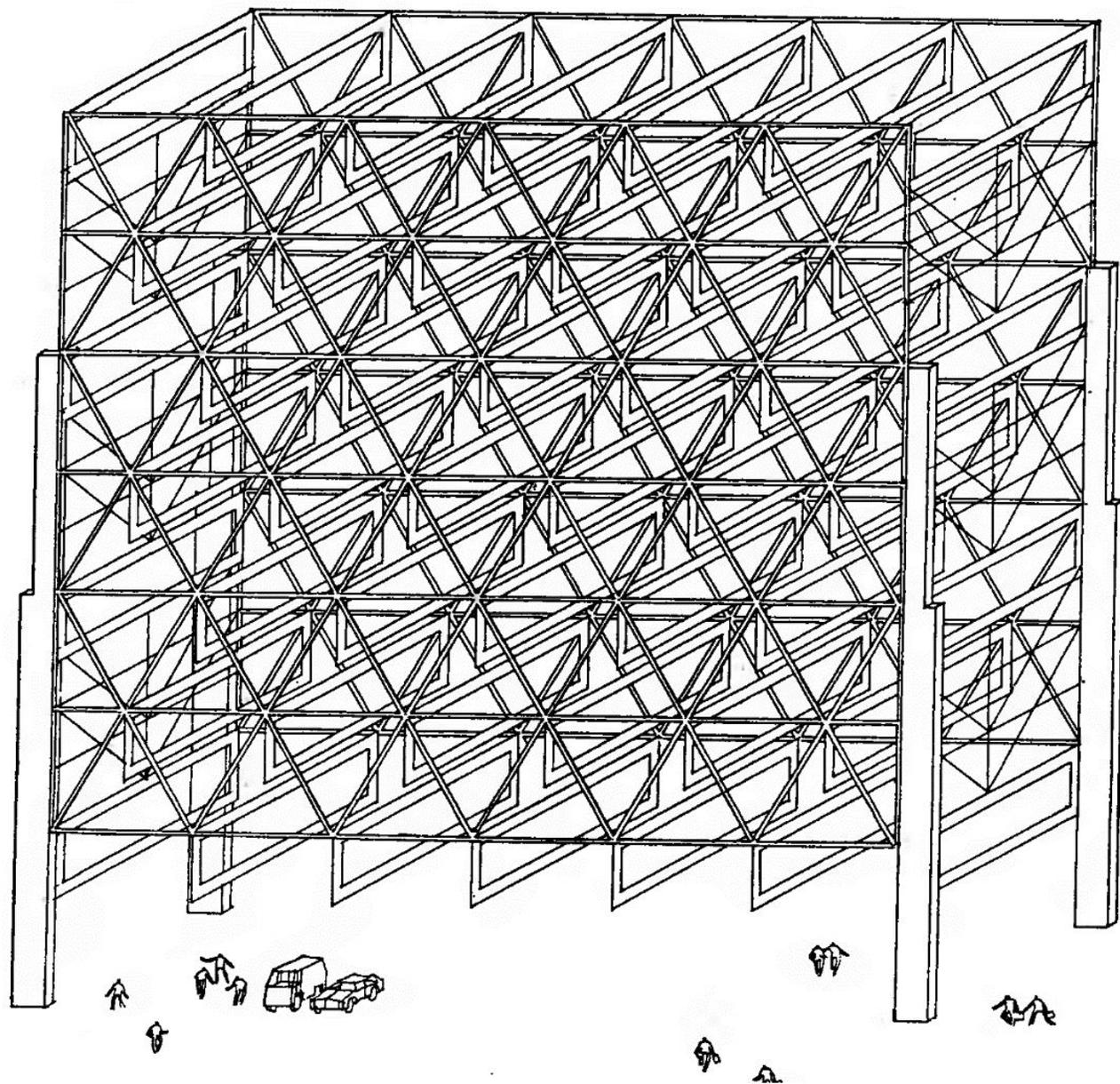
МОСТОВЫЕ ВЫСОТЫЕ СООРУЖЕНИЯ



Трехъярусный мост с общей установкой = оболочковая система с отдельными элементами жесткости



Многоярусный мост в фахверковой
конструкции как высотное оболоч-
ковое сооружение с подвешенными
рамами



Les plus hauts gratte-ciel du monde

Kingdom Tower
Jeddah,
Arabie Saoudite
(en projet)
1 000 m

Burj Khalifa
Dubai (2010)
828 m

**International
Commerce
Center**
Hong Kong
(2010)
484 m

**Shanghai
WFC**
Shanghai
(2008)
492 m

Taipei 101
Taiwan
(2004)
508 m

1 000 m

900 m

800 m

700 m

600 m

500 m

**Tour
Eiffel**
Paris
(1889)
324 m

