

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра архитектуры

В.М. Николаев, С.В. Тимофеева

СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ
КОНСТРУКЦИИ.
ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ

Методические указания
к курсовому проектированию

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским
советом Государственного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург
ИПК ГОУ ОГУ
2010

УДК 721.01 (07)
ББК 38.2я 7
Н63

Рецензент – кандидат технических наук, доцент В.М. Салихов

Николаев В.М

Н63 Современные строительные конструкции. Основы архитектурного проектирования высотных зданий и сооружений: методические указания к курсовому проектированию. /В.М. Николаев, С.В. Тимофеева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2010. – 67с

В методических указаниях рассмотрены основные принципы архитектурного проектирования, связь функционально-технологической структуры с разрабатываемой планировкой, новыми архитектурными решениями в аспекте использования современных строительных технологий и новых направлений в технических решениях высотного строительства. Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по программам профессионального образования по специальности 270301- Архитектура, при изучении дисциплины «Современные строительные конструкции».

УДК 721.01.(07)
ББК 38.2я 7

© Николаев В.М.
Тимофеева С.В., 2010
© ГОУ ОГУ, 2010

Содержание

Введение.....	4
1 Высотные здания и сооружения. Общие сведения.....	4
2 Конструктивные системы высотных зданий.....	6
3 Обеспечение устойчивости и жесткости высотных зданий.....	12
Нагрузки на высотные здания. Эффективные формы зданий.	
4 Специальные конструкции высотных зданий.....	21
5 Развитие конструктивных решений высотных зданий.....	27
6 Объемно-планировочные решения высотных зданий.....	30
7 Принципы проектирования высотных зданий.....	32
8 Инженерные системы высотных зданий. Обеспечение безопасности.....	42
9 Экономические аспекты высотного строительства.....	47
10 Задание на курсовую работу.....	49
10.1 Цель и задачи курсовой работы.....	49
10.2 Состав курсовой работы.....	50
Список использованных источников.....	65

Введение

Проектирование, строительство и эксплуатация высотных зданий и сооружений представляет собой комплекс различных архитектурно-технических задач, для решения которых требуется сложная система определенных знаний, непосредственно влияющая, в том числе, и на характер принятого объемно-пространственного решения, использование несущих конструкций, инженерных систем и оборудования.

Высотные здания, практически везде, относят к проектам самого высокого уровня ответственности и класса надежности. Принимаемый здесь повышенный «уровень современности» строительных конструкций обусловлен не только технологическими, конструктивными и другими факторами, но, в первую очередь, доминирующей концепцией безопасности строительства и эксплуатации высотного здания.

Высотное здание – это инженерное сооружение, испытывающее постоянное воздействие ряда самых интенсивных факторов окружающей природной среды, а также внутренних строительных и эксплуатационных нагрузок. В каждом конкретном случае архитектурного проектирования высотного здания принимается отдельное техническое решение в соответствии с требованиями, установленными международными или национальными стандартами, нормами проектирования или другими руководящими документами, с учетом собственного опыта архитектора и инженера.

Сложность высотного здания растет пропорционально его высоте, что делает необходимым участие в проекте многочисленных групп специалистов из разных областей технического творчества. Основная ответственность ложится на архитекторов, координирующих всю работу. Вот почему сегодня при архитектурных школах во всем мире создаются специальные факультеты, готовящие «специалистов по небоскрегам».

1 Высотные здания и сооружения. Общие сведения

Высотными принято называть здания, как правило, высотой более 75м (около 25 этажей). Эти здания могут иметь разное значение: в Москве, например, быть гостиницами (Ленинградская, Киевская); офисами (Министерство иностранных дел на Смоленской площади); жилыми домами (Котельническая набережная); учебными зданиями (МГУ).



Рисунок 1.1 - Учебные здания МГУ в Москве.

Чаще всего, высотное здание является многофункциональным, в нем могут размещаться, помимо помещений основного назначения: автостоянки, магазины, офисы, кинотеатры и другие функциональные структуры.

Новая идеология строительства высотных зданий во всем мире стала возможной благодаря использованию открытых во второй половине 19го века технологий;

применению каркасной системы в строительстве, при которой вес строительных конструкций стал практически минимальным и использованию лифтовой системы со страховочным механизмом торможения, обеспечивающей необходимый уровень комфорта.

Данная идеология, в свою очередь, предполагает использование самых современных конструкций в строительстве, что бывает возможным только при определенном уровне развития специальных технологий и общего экономического развития территорий в целом.

Именно этим обстоятельством можно объяснить сегодня бурный рост высотного строительства в странах Юго-Восточной Азии (Малайзия, Тайвань, Китай), переживающих экономический бум.

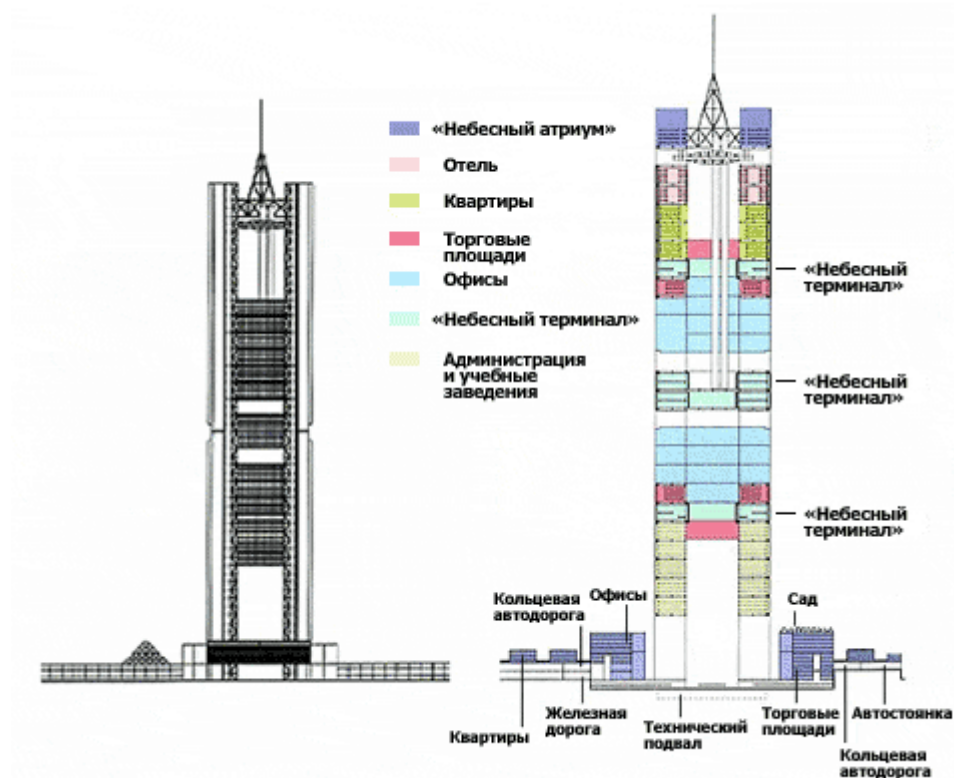


Рисунок 1.2 - Многофункциональное высотное здание

2 Конструктивные системы высотных зданий

В современном высотном строительстве применяют различные конструктивные системы и схемы с разнообразными вариантами компоновок. (Рисунок 2.1)

В целом, все системы можно разделить на три основные категории:

- каркасные;
- стеновые;
- смешанные (каркасностеновые).

В свою очередь, каркасные системы подразделяются на рамнокаркасные, каркасные с диафрагмами жесткости и каркасноствольные.

Среди стеновых систем следует выделить схемы с перекрестными стенами и коробчатые (оболочковые).

Анализ несущих систем высотных зданий, построенных по всему миру, показывает, что их конструктивное и компоновочное решение зависит, главным образом, от высоты объекта.

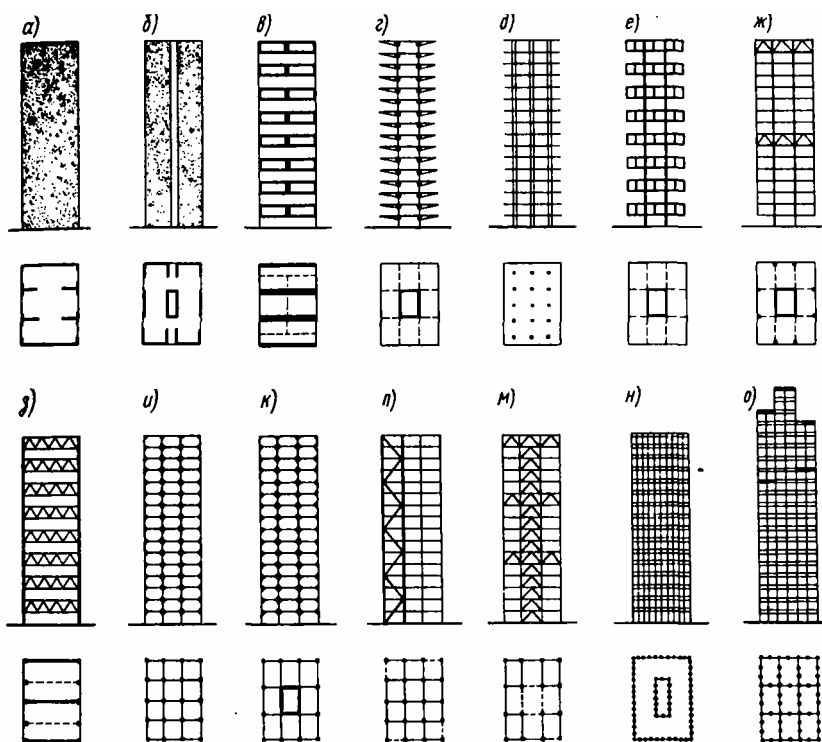


Рисунок 2.1 - Конструктивные схемы высотных зданий

Рисунок 2.1,а «Бескаркасная с параллельными несущими стенами». Эта система состоит из плоских вертикальных элементов, которые пригружены собственным весом и способны, благодаря этому, эффективно воспринимать горизонтальные воздействия. Система параллельных стен широко применяется для жилых зданий,

которые не требуют устройства больших свободных объемов и в которых для систем инженерного оборудования нет необходимости устраивать стволы жесткости.

Рисунок 2.1,б «Ствольная с наружными стенами-диафрагмами». Плоские вертикальные элементы образуют наружные стены ствола здания. Это позволяет устраивать открытые внутренние объемы, величина которых зависит от пролетов, перекрываемых плитами перекрытий. В стволах размещаются системы инженерного оборудования и вертикального транспорта, а сами стволы повышают жесткость здания.

Рисунок 2.1,в «Коробчатая». Здания коробчатой схемы образуются из трехмерных блоков высотой на этаж, которые напоминают здания с несущими стенами, когда они смонтированы и соединены друг с другом. На рисунке показана система, в которой блоки собираются как кирпичи в английской каменной кладке, в результате чего имеем перекрестную систему несущих стен-балок.

Рисунок 2.1,г «С консольными перекрытиями в уровне каждого этажа». Опирание системы перекрытий на центральный ствол жесткости допускает создание свободного от колонн пространства. При этом размеры здания ограничены несущей способностью плит. Такое решение требует применения сталей с высокими механическими характеристиками, особенно при больших вылетах плит перекрытий. Жесткость плит может быть увеличена с помощью предварительного напряжения.

Рисунок 2.1,д «Каркасная с безбалочными плитами перекрытия». Обычно такая горизонтальная плоская конструкция состоит из железобетонных панелей одинаковой толщины, опирающихся на колонны. При любом решении система не имеет высоких балок и, таким образом, допускает минимальную высоту этажа.

Рисунок 2.1,е «С консолями высотой на этаж в уровне каждого второго этажа». Консольные решетчатые конструкции высотой на этаж устраиваются через один этаж. Пространство внутри решетчатых конструкций этажа обычно используется для определенных (с фиксированным оборудованием) операций, а полностью свободное пространство между решетчатыми конструкциями может быть предназначено для любых видов деятельности.

Рисунок 2.1,ж «С подвешенными этажами». Такая система предполагает эффективное использование материала при применении вместо колонн подвесок, воспринимающих нагрузки от перекрытий. Несущая способность сжатых элементов обычно снижается в связи с продольной устойчивостью, в то время как несущая способность растянутых элементов используется полностью. Подвески передают вертикальную нагрузку на консольные оголовки, установленные на центральном жестком стволе.

Рисунок 2.1,з «С фермами высотой на этаж, расположенными в шахматном порядке». Фермы высотой на этаж размещаются таким образом, что каждое перекрытие здания опирается на верхний пояс одной фермы и нижний пояс следующей фермы. Кроме восприятия вертикальных нагрузок такая компоновка ферм снижает до минимума требования к системе горизонтальных связей, так как ветровые нагрузки передаются полками ферм и плитами перекрытий.

Рисунок 2.1,и «Рамно-каркасная». Жесткие узлы сопряжения линейных элементов позволяют создать вертикальные и горизонтальные диски жесткости. Вертикальные диски образуются колоннами и ригелями в основном с прямоугольной сеткой. Аналогичная сетка продольных и поперечных ригелей создает горизонтальные диски. Для создания пространственной жесткости остова здания, которая зависит от несущей способности и жесткости отдельных колонн, ригелей и узлов, важными расчетными факторами являются высота этажа и шаг колонн.

Рисунок 2.1,к «Каркасно-ствольная». Жесткая рама воспринимает горизонтальные нагрузки при работе ее элементов преимущественно на изгиб. Такая схема деформирования приводит к большим горизонтальным перемещениям зданий определенной высоты. Однако введением ствола жесткости можно существенно увеличить боковую жесткость здания за счет взаимодействия рамного каркаса со стволом. В стволах размещают системы инженерного оборудования и вертикального транспорта.

Рисунок 2.1,л «Каркасная с решетчатыми диафрагмами жесткости». Сочетанием жестких (или шарнирных) рам с вертикальными решетчатыми диафрагмами, работающими на сдвиг, можно добиться существенного повышения несущей

способности и жесткости здания. При проектировании может считаться, что каркас воспринимает вертикальные нагрузки, а вертикальные решетчатые диафрагмы — горизонтальные (ветровые) воздействия.

Рисунок 2.1,м «Каркасная с решетчатыми горизонтальными поясами и решетчатым стволом жесткости». Горизонтальные решетчатые пояса связывают наружные колонны со стволом и тем самым уменьшают степень раздельной работы рамного каркаса и ствола. Система связей называется венчающей сквозной конструкцией в случае расположения горизонтального пояса наверху здания и поясной конструкцией при размещении их в нижней части здания.

Рисунок 2.1,н «Коробчато-ствольная (труба в трубе)». Наружные колонны и балки располагаются достаточно близко друг от друга, и каркас наружных стен превращается в оболочку с проемами. Все здание работает как полая трубчатая конструкция, консольно заделанная в грунт. Центральный ствол (труба) увеличивает жесткость здания, воспринимая горизонтальные нагрузки вместе с наружной коробкой (трубой).

Рисунок 2.1,о «Многосекционная коробчатая». Здание такой конструктивной схемы выполняется сблокированным из отдельных секций, решенных по коробчатой схеме (пучок труб). Горизонтальные нагрузки воспринимаются как наружной стеновой коробкой, так и межсекционными стенами. В этом случае повышение жесткости системы очевидно. Такое решение допускает строительство зданий самой большой высоты и с большим открытым пространством междуэтажных перекрытий.

В целом, проводимый строительной наукой анализ состояния общей устойчивости высотных зданий, определяет функциональную зависимость параметров данной устойчивости от выбранной конструктивной схемы высотного здания и его непосредственной высоты.

Здания высотой 100-150м возводят, используя главным образом перекрестностеновую систему, которая благодаря высокой жесткости в достаточной степени соответствует принимаемым объемно планировочным решениям, в том числе при строительстве гостиниц и жилых домов.

Увеличение высоты здания сопровождается существенным ростом горизонтальных нагрузок, действующих, как в процессе строительства, так и эксплуатации.

Данное обстоятельство является главной причиной того, что здания, высотой 200-250 м возводят преимущественно уже с несущим каркасом; в том числе с рамным каркасом, каркасом с диафрагмами жесткости.

Особенностями эксплуатации таких каркасов являются:

- наличие безбалочных перекрытий, имеющих сложную конфигурацию в плане, обусловленную наличием большого количества нерегулярно расположенных балконов, эркеров, лоджий, отверстий, а также вертикально несущих элементов – диафрагм, колонн сложного сечения, часто расположенных пилонов,
- наличие ненесущих наружных стен, поэтажно опирающихся на междуэтажные перекрытия,
- возможность обеспечения совместной работы всех конструктивных элементов здания; вертикально несущих элементов (колонн, пилонов, диафрагм), плит перекрытий, фундаментных плит, свайного или грунтового основания.

Современные мощные технические платформы, операционные среды и специализированные программные комплексы для расчета и проектирования конструкций позволяют не только составить и исследовать подробные расчетные схемы, но и провести компьютерное моделирование процессов жизненного цикла конструкции. Включая стадии возведения и эксплуатации. (Рисунок 2.2)

Увеличение высоты здания сопровождается существенным ростом горизонтальных нагрузок, действующих на них в процессе строительства и эксплуатации. При высоте здания более 250 метров, нередко в конструкциях сооружений доминируют усилия закручивания, сдвиговые деформации и нагрузки.

Для минимизации данного воздействия несущие системы зданий конструктивно устраивают по принципу «труба в трубе» и «труба в ферме».

Их компоновочная схема включает центральный ствол, воспринимающий основную долю всех нагрузок, и расположенные по периметру здания несущие элементы, в виде отдельных стоек (колонн), решетчатых систем (ферм, составных стержней и

пр.), пилонов, объединенных также в единую конструкцию. Жесткость ствольной системы, ее устойчивость обеспечивается расчетной заделкой центральной ствольной системы в фундамент.

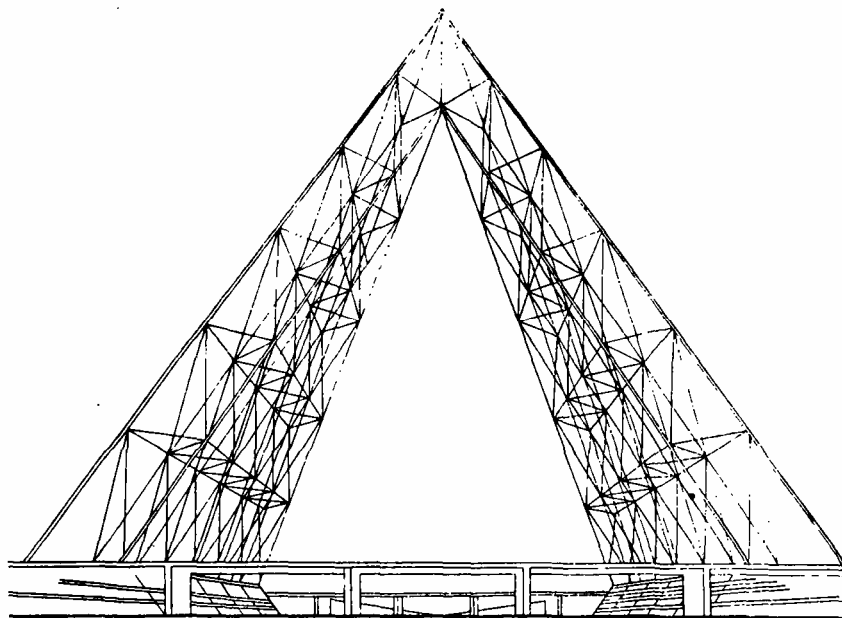


Рисунок 2.2 - Пространственная А-образная рама, предложенная Тигерманом

3 Обеспечение устойчивости и жесткости высотных зданий. Нагрузки на высотные здания. Эффективные формы зданий

Существенное влияние на выбор проектируемых конструкций высотного здания оказывают существующие природные условия строительства, в первую очередь, сейсмическая активность района строительства, инженерно геологические условия, солнечная радиация, а также атмосферные, в том числе ветровые внешние воздействия. (Рисунок 3.1)

Важным критерием при разработке проекта высотного здания является определение ветровой нагрузки и расчет здания на воздействие ветра. Здесь необходимо учитывать не только статическую надежность конструкций, но и реакцию всего сооружения на практически постоянные по времени и меняющиеся по уровню интенсивности внешние и внутренние воздействия. Значительные изменения

прочностных характеристик высотных зданий произошли при использовании в конструкциях стекла, металла, бетона.

Несущая способность здания в значительной степени стала зависеть от наличия открытых объемов внутри здания, использования при этом большепролетных конструкций, навесных фасадов, внутренних перегородок из современных материалов. (Рисунок 3.2)

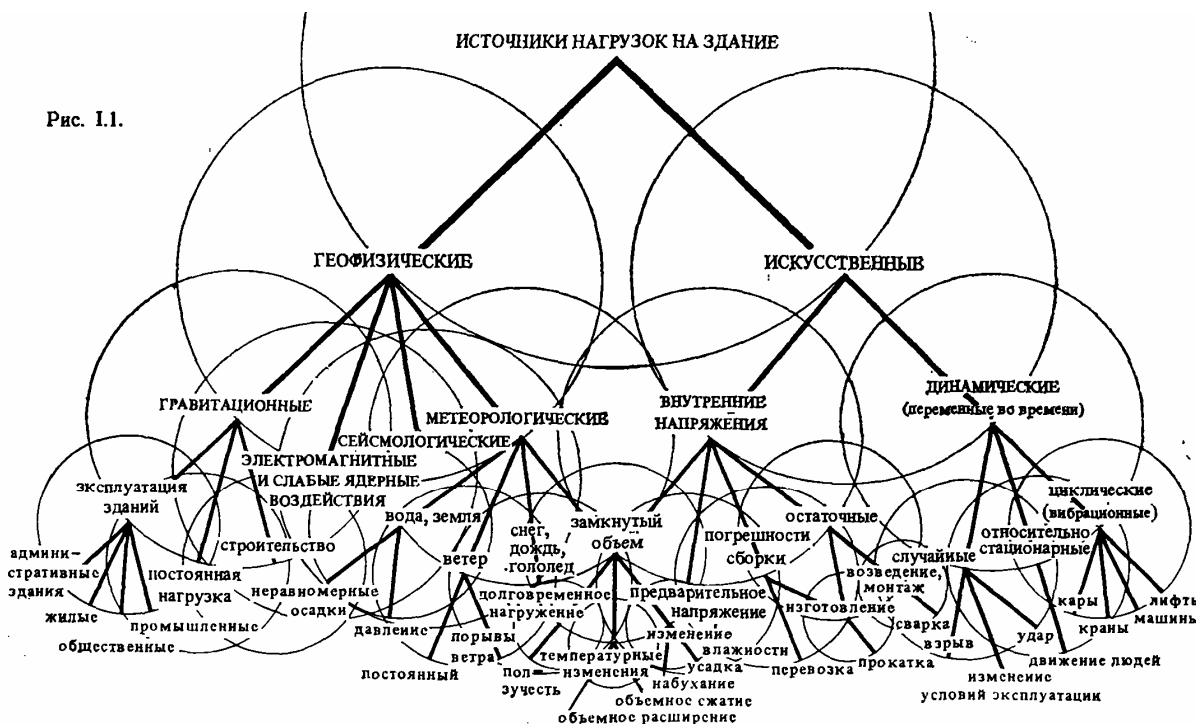


Рисунок 3.1 - Примерная «схема внешних нагрузок» на высотное здание.

Высотные здания и их элементы в процессе строительства испытывают дополнительные нагрузки, связанные непосредственно с особенностями данного строительного производства. Перемещение строительных материалов, оборудования, машин, механизмов, а также недобор строительными конструкциями прочностных характеристик в период строительства в различных комбинациях могут достигать уровня их предельных состояний, в результате чего может произойти обрушение конструкций строящегося здания.

Наиболее трудной проблемой при возведении монолитных железобетонных конструкций является обеспечение достаточного времени выдержки бетона перед удалением опалубки и подмостей. Бетон повышает свою прочность со временем, но,

поскольку для подрядчика важны сроки строительства, он может снять опалубку до того, как бетон набрал минимальную расчетную прочность. При этом на несущий элемент может передаться нагрузка, превышающая его несущую способность, в результате чего произойдет обрушение.

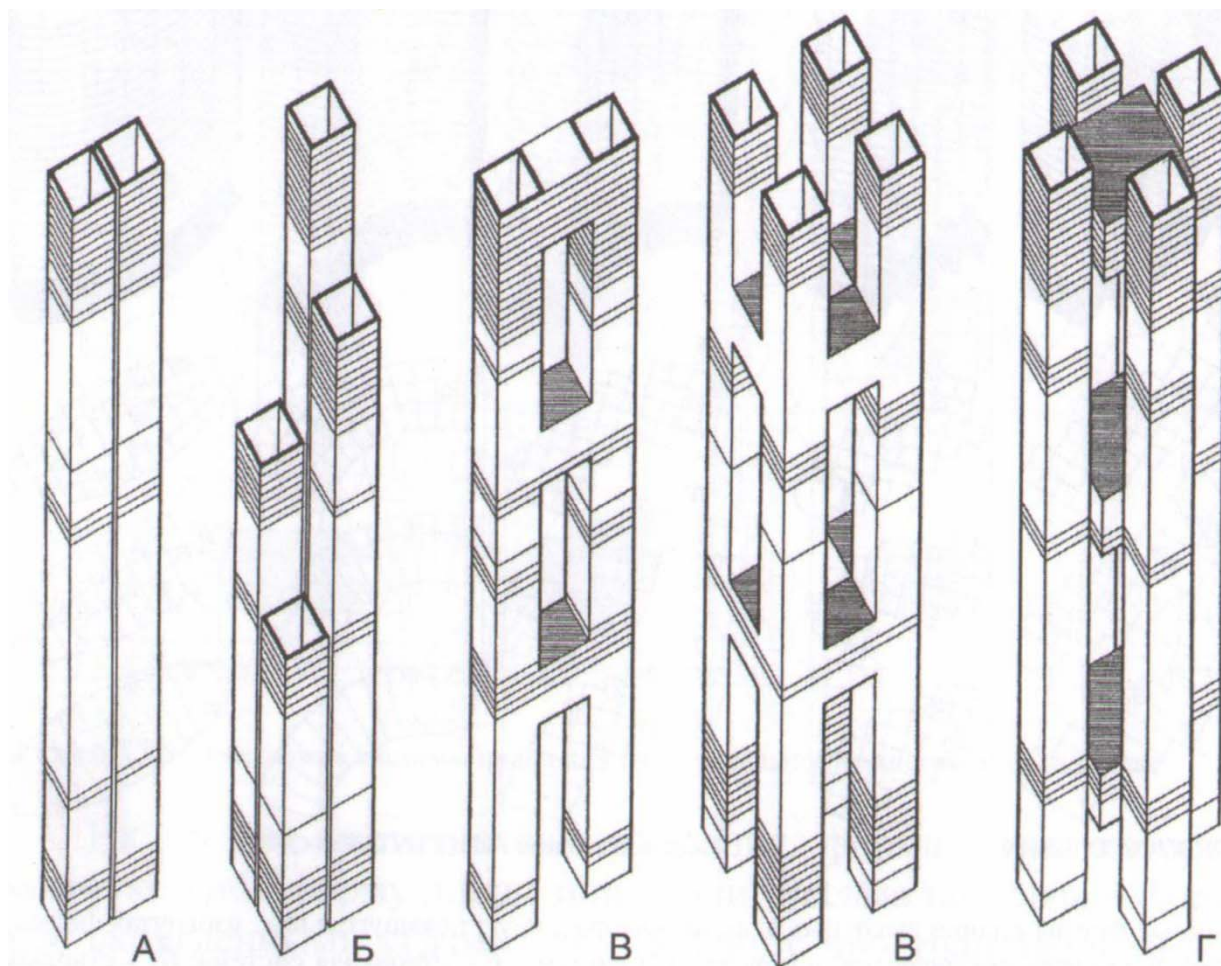


Рисунок 3.2 - Конструктивные схемы высотных зданий на основе труб с четырехугольным сечением с применением открытых объемов внутри здания.

Наличие арочного проема в здании создает возможность перемещения воздушного потока с высоким давлением в заветренную сторону здания, где преобладает зона низкого давления. (Рисунок 3.3)

Ветровая нагрузка, как правило, содержит две составляющих; статическую и динамическую. Чем значительнее влияние окружающих объектов (деревьев, складок ландшафта, зданий), тем на большей высоте достигается максимальная скорость ветра. Средняя скорость ветра, как правило, возрастает с высотой. Степень ее увели-

чения зависит от особенностей земной поверхности, так как вблизи земли из-за трения ветер затухает.

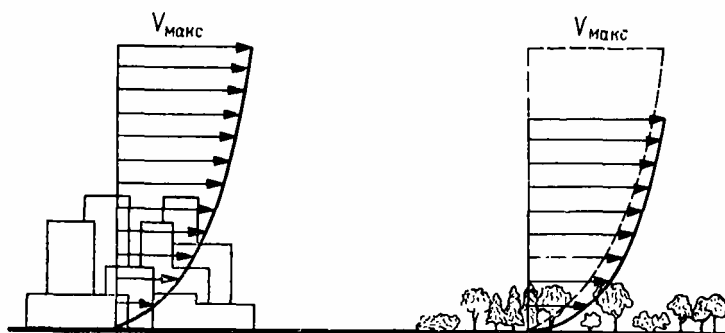


Рисунок 3.3 - Схема воздушного потока

В результате появления сложных турбулентных вихревых процессов вблизи здания, происходит достаточно интенсивное атмосферное воздействие на внешние конструкции здания. Строительные нормы, однако, пока еще исходят из статического представления о воздействии ветра. Величины скоростного напора определяются в зависимости от максимальных среднегодовых скоростей ветра на определенной высоте над уровнем земли. Оценка напряженнодеформированного состояния конструкций в период строительства необходима и при общем анализе условий обеспечения устойчивости высотных зданий.

Одним из главных определяющих факторов характера строительства высотных зданий является характеристика геологического состояния грунтов. Именно состав грунта и его несущая способность определяет тот или иной тип выбранного под конкретное сооружение фундамента. В мировой практике при строительстве высотных зданий применяется три основных варианта фундаментов; плитный, свайный и свайноплитный. Под разные части фундаментов может быть применен комбинированный вариант, когда, в зависимости от имеющихся нагрузок от здания, меняется не только глубина заложения фундамента, но и его конструкции.

Плитный фундамент применяется при хорошей несущей способности грунта является наиболее экономичным для высотного строительства. Такой тип фундамента был применен при строительстве башни «Trianon» во Франкфурте на Майне.

(Рисунок 3.4) Свайный фундамент, как правило применяется при низкой

несущей способности грунта и может быть запроектирован, как со сваями стойками, так и с «висячими сваями».

Принципиальной разницей в данных конструкциях является характер опоры каждого вида свай на грунт. При различной технологии устройства свай, наибольшей несущей способностью, с высокой степенью надежности обладают буронабивные и буроинъекционные сваи, в том числе призматические, круглые сваи и сваи оболочки. По характеру изготовления, такие сваи можно разделить на три типа: с выемкой грунта, с частичной выемкой грунта, и без выемки грунта.

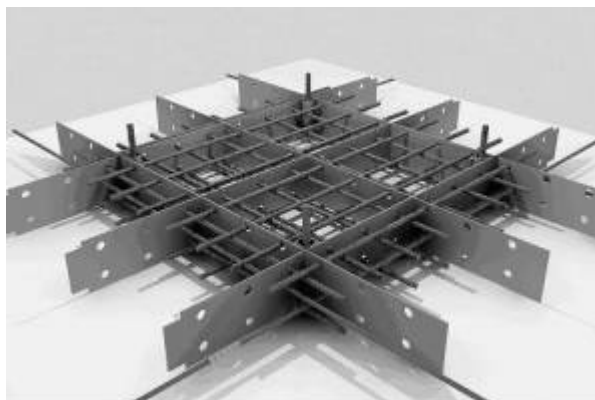


Рисунок 3.4 - Опорный узел плитного фундамента

В первом случае происходит погружение защитной обсадной трубы, разработка грунта внутри оболочки шнеком и погружение армокаркаса с заполнением скважины бетоном и одновременным подъемом обсадной трубы. Специально применяемый в ряде случаев «уширитель» позволяет изготавливать буровые сваи под защитой обсадных труб с диаметром уширения 620-1200мм, что обеспечивает увеличение несущей способности таких свай по грунту на 50-70% выше, чем свай без уширения. Конструкционно, достаточно близко, к таким фундаментам подходят фундаменты типа «стена в грунте». В настоящее время свайный фундамент относится к основному типу фундаментов высотных зданий.

При строительстве здания «BoCom Tower» в Шанхае, глубина заложения фундаментов до основания несущих материковых грунтов, достигала глубины более

100метров. При свайноплитном фундаменте расположение и длина свай определяется неравномерностью восприятия нагрузок грунтом, что, в свою очередь, непосредственно влияет на параметры свайного поля. Современные конструкции фундаментов, при строительстве высотных зданий, в качестве «буферного фундаментного объема» могут включать дополнительно синтетическую плиту, находящуюся между основной фундаментной плитой и оголовками свайного поля. При такой конструкции, эффективной при больших перепадах нагрузок на небольшой площади, происходит постепенная передача основной нагрузки от здания на плиту фундамента, и постепенно на его свайное поле.

Необходимо отметить, что в некоторых странах Европы (Германии) в соответствии с еврокодом EC7, кроме проведения перед началом проектирования геологических изысканий, в дальнейшем, на постоянной основе проводится геотехнический мониторинг, с определением параметров уровня грунтовых вод, воздействия усилий на работающие фундаменты, до стабилизации их основных параметров в долгосрочной перспективе.

По действующим сегодня в стране строительным нормам, проектирование оснований фундаментов и подземных частей высотных зданий могут выполнять только организации, имеющие лицензию на строительное проектирование зданий 1 и 2 уровней ответственности в сложных инженерно геологических условиях.

При таком проектировании рекомендуется предусматривать их размещение на территориях, где отсутствуют проявления карстовой опасности и оползневых явлений, а также в зонах проявления других опасных и техногенных процессов.

Расчет фундаментов и подземных частей высотного здания следует выполнять по двум предельным состояниям: по несущей способности и по деформации (осадкам, кренам, прогибам и пр.), с обязательным соблюдением условий текущего мониторинга.

Все ранее предложенные схемы имеют, как правило, одну общую особенность. Независимо от высоты здания, при разработке его объемно-планировочного решения, максимально используется определенное сочетание пропорций,

обеспечивающих требуемую жесткость строения и ограничивающих колебания верхней части при знакопеременных горизонтальных нагрузках.

Обычно отношение меньшего размера в плане к высоте здания составляет 1:7; 1:8. При соотношениях больше указанных, неоправданно увеличивается площадь застройки, при уменьшении – возрастает деформативность несущего остова, что негативно сказывается как на технико экономических показателях, так и на условиях эксплуатации данного строения. (Рисунки 3.4, 3,5)

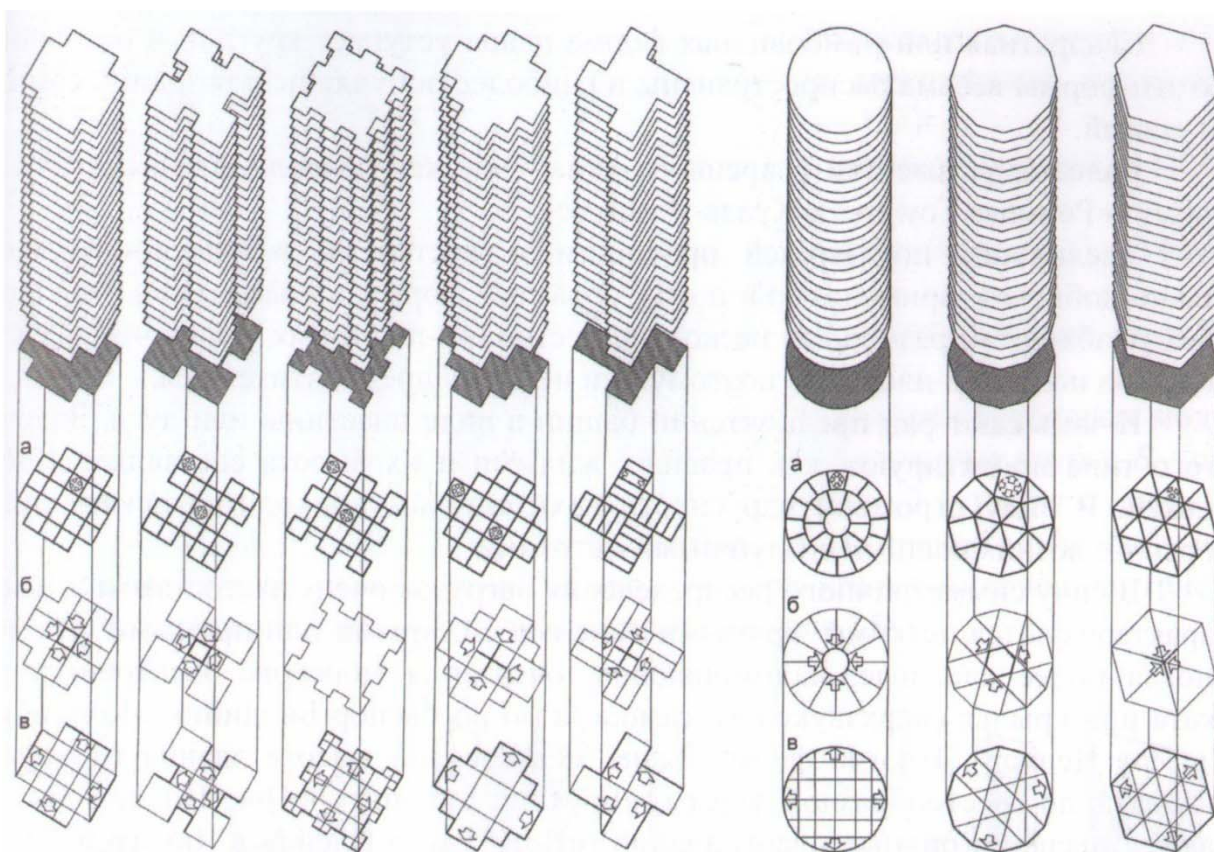


Рисунок 3.4 - Типичные формы высотных зданий.
Основа плана: слева-квадрат, справа-круг.

Повышение сопротивляемости здания внешним нагрузкам и, в первую очередь, ветровым достигается за счет придания строительным сооружениям определенной формы в плане. По данным зарубежных исследований, оптимальной формой плана высотного здания является круг или фигура, близкая по форме к нему.

Эллиптическая, квадратные формы, как и некоторые другие, имеющие две оси

симметрии, также могут способствовать обеспечению достаточной сопротивляемости здания горизонтальным нагрузкам.

Необходимо отметить, что для увеличения общей устойчивости высотного строительного сооружения сложной формы, целесообразно проектирование последнего, как сложной системы, имеющей в своем составе несколько блоков. При этом соединения имеющихся объемов выполняются как шарнирные соединения, для исключения передачи усилий, воздействующих на одно здание другим строениям этой системы.

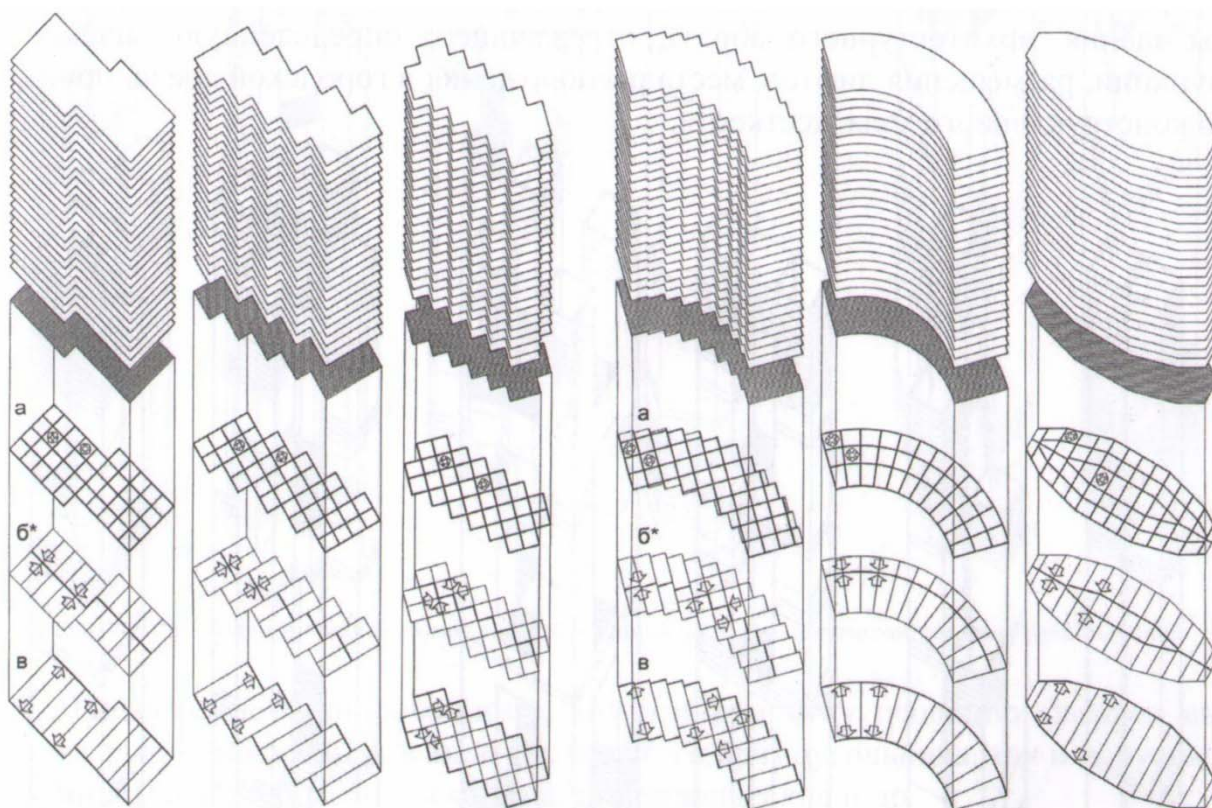


Рисунок 3.5 - Типичные формы высотных зданий.
Основа плана: слева-прямоугольник, справа-изогнутая форма.

В случаях, когда жесткости стеновой, каркасной или ствольной системы недостаточно, применяют различные комбинации данных систем. Сочетание, например, ствольной и стеновой систем, минимизирует горизонтальные нагрузки, действующие на здание.

Комбинированная конструктивная система обладает большей конструктивной гибкостью, за счет варьирования жесткости несущих элементов остова.

Сопротивление высотного здания совокупности вертикальных и горизонтальных нагрузок зависит не только от формы плана здания, но и от формы вертикального сечения и регулярности структуры несущей системы. В этом отношении к оптимальным очертаниям приближается формат трапеции с большим нижним основанием и прямоугольник. (Рисунок 3.6)

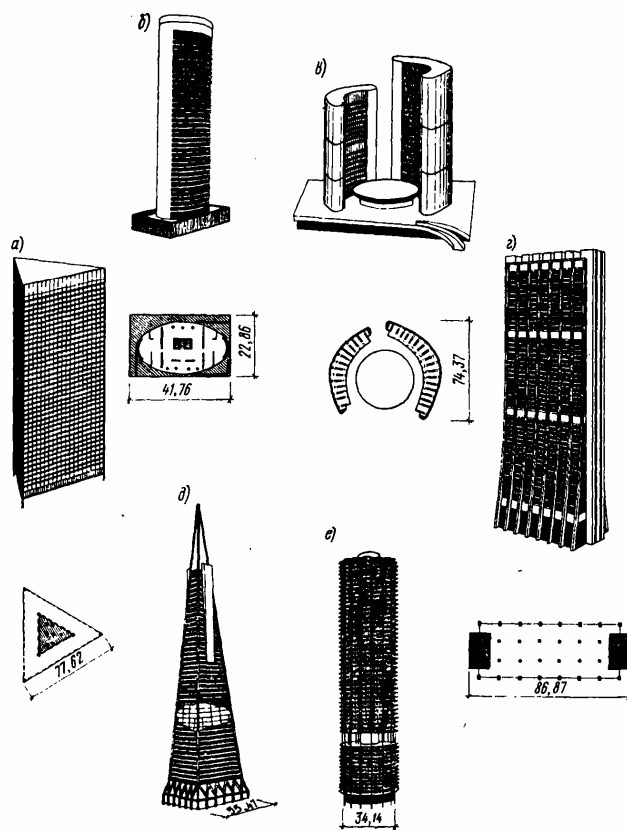


Рисунок 3.6 - Рациональные формы зданий

а — треугольная призма; б — эллиптический цилиндр; в — вертикальная оболочка; г — форма, сужающаяся кверху; д — пирамида; е — круглый цилиндр

Такие профили обладают достаточной поперечной жесткостью, особенно в сочетании с регулярной структурой несущей системы.

Кроме преимущества в смысле пространственной работы здания цилиндрической формы создают меньшую поверхность сопротивления ветровому напору, и по сравнению со зданиями призматической формы величина ветрового давления на них существенно уменьшается. Строительные нормы допускают снижать расчетное давление ветра на здания цилиндрической формы на 20—40% по сравнению

с расчетными значениями для аналогичных зданий прямоугольной формы. (Рисунки 3.8, 3.9)

Здания эллиптической формы обладают теми же преимуществами, что и цилиндрические. Строительные нормы также рекомендуют для зданий эллиптической формы снижать ветровую нагрузку на 20—40% по сравнению со зданиями прямоугольной формы.

Кроме того, как показывает мировой опыт, нормальное высотное строительство вообще невозможно без подземной части.

Так например, 52этажное здание весом более 120 тыс. тонн, построенное в одном из европейских городов, стоит на 56 сваях, заглубленных на 70 метров.

Расчетная нагрузка на каждую сваю при этом составляет 2 тыс. тонн. Устойчивость здания обеспечивается за счет подземной части в пять этажей. Здание для увеличения горизонтальной жесткости может иметь серповидную или змеевидную форму. Его работа напоминает схему деформирования гофрированного стального настила и складчатых или волнистых оболочек покрытий, эффективных при вертикальных нагрузках.

Функционально открытое пространство под зданием может быть использовано как часть городской планировки, в качестве переходов или стоянки автомобилей. В большинстве случаев проемы над уровнем земли создаются уменьшением размеров некоторых несущих конструкций здания или введением несущих конструкций, поддерживающих конструкции вышерасположенных этажей здания. (Рисунок 3.10)

4 Специальные конструкции высотных зданий

Существующие современные способы ограничения перемещений и колебаний здания связаны в первую очередь с минимизацией динамической, а не статической реакции здания, воспринимающего внешние воздействия. Горизонтальные перемещения зданий могут ограничиваться путем включения в конструкции

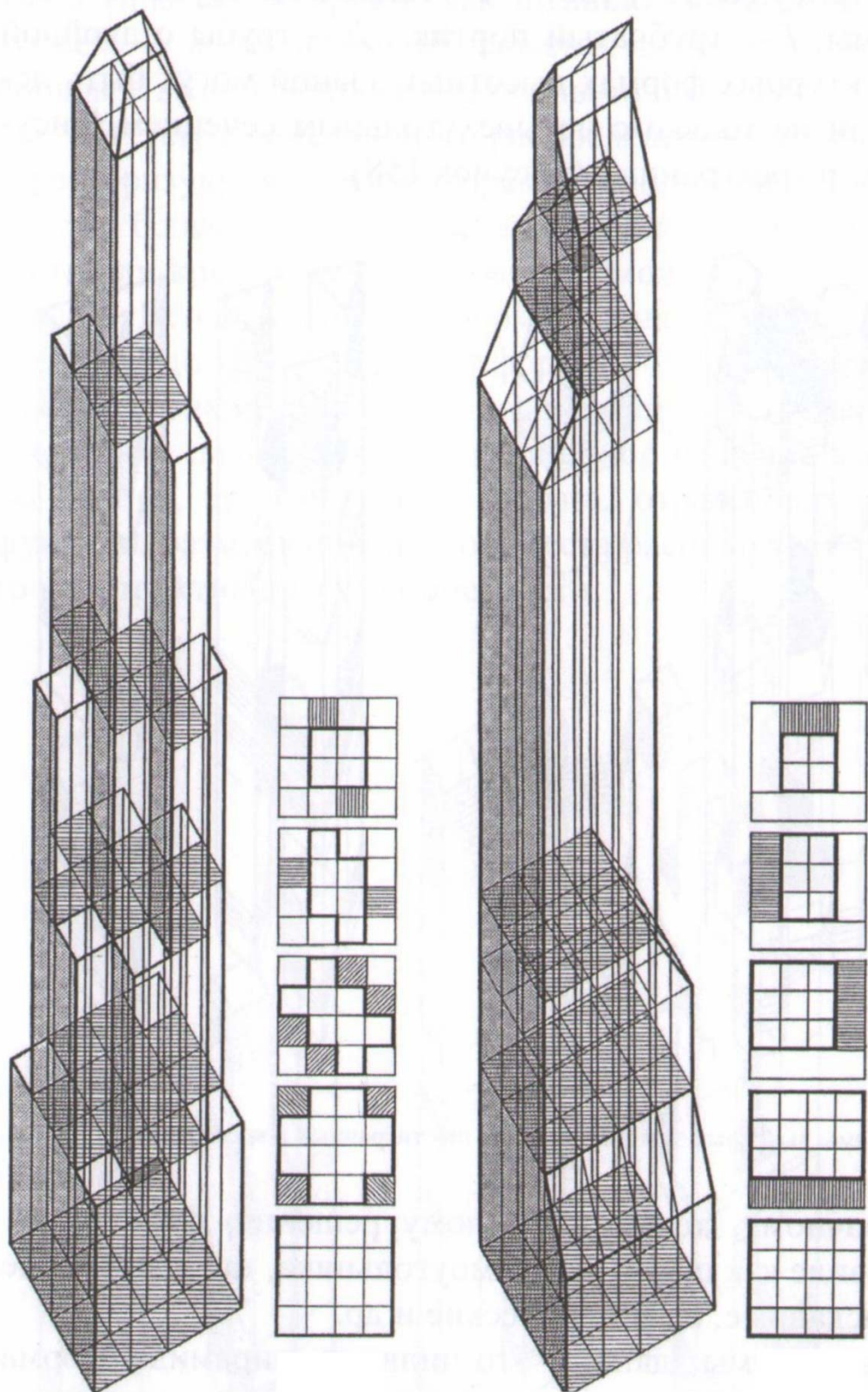


Рисунок 3.8 - Геометрические формы высотных зданий.

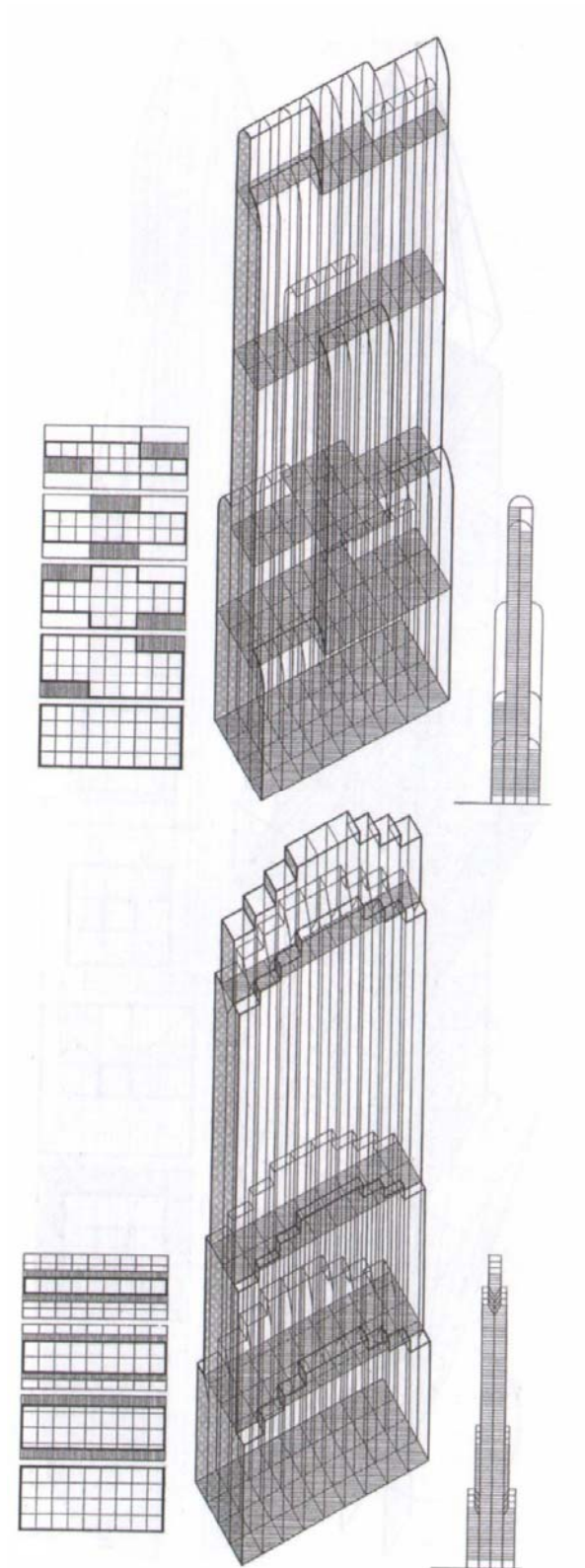
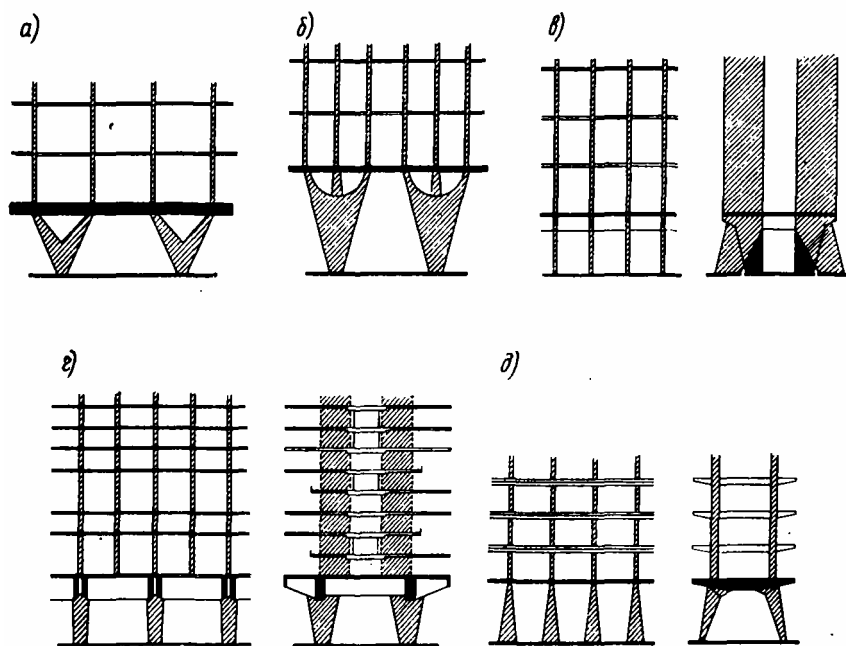


Рисунок 3.9 - Геометрические формы высотных зданий.

вертикальных преднапряженных тросов, вызывающих в здании деформации обратного знака. (Рисунок 4.1)

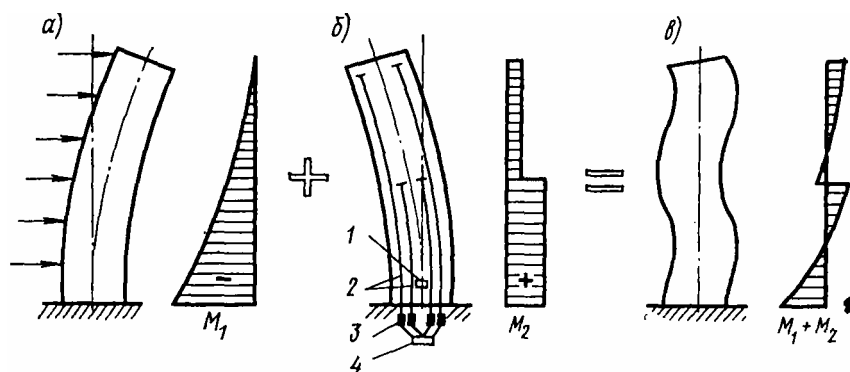


- а — двухветвевые колонны; (жилое здание Берлин, Нимейер);
- б — трехветвевые колонны; (жилое здание Бразилиа, Нимейер);
- в — наклонные пилоны стен, связанные друг с другом; (жилое здание Берлин, Ле Корбюзье);
- г — порталная рама; (здание Уиита Хэбнтейшен Марсель, Ле Корбюзье);
- д — порталная рама; (здание ЮНЕСКО Брейер, Нерви, Зерфус);

Рисунок 3.10 - Системы опорных конструкций в уровне нижнего этажа

Это исключает необходимость увеличения, для создания горизонтальной жесткости здания, дополнительной массы конструкций.

Тросы вблизи наружных стен присоединяются к домкратам в основании здания. Датчик измеряет скорость и направление ветра. Эта информация передается контрольному блоку, который включает домкраты для натяжения тросов. Такое внецентренное натяжение вызывает изгибающий момент, противоположный моменту от ветровых нагрузок. Таким образом, моменты уравниваются, а горизонтальные прогибы существенно снижаются. Величина натяжения в тросах и в напрягаемой части здания изменяется в соответствии с величиной и направлением давления ветра.



а - ветровая нагрузка; б - работа тросов; в - совместная работа;
 (1 - датчик; 2 - тросы; 3 - домкраты; 4 - контрольный блок)

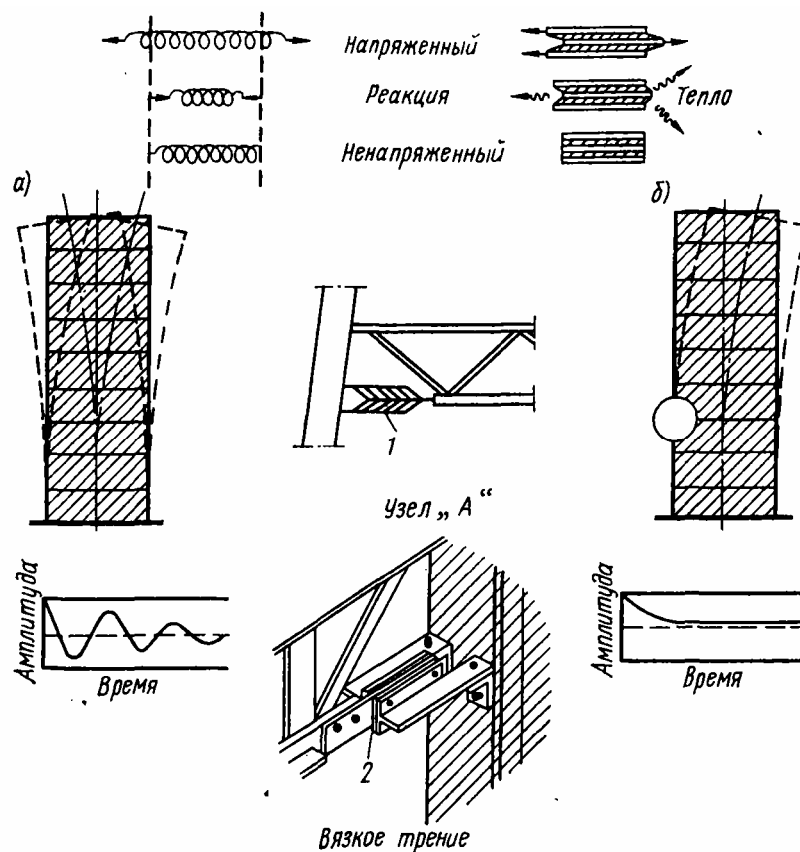
Рисунок 4.1- Включение в конструкции вертикальных преднапряженных тросов

«Принцип затухания» является еще одним принципом уменьшения влияния внешних воздействий на высотное здание. Подобно демпферам, применяемым для медленного закрывания дверей, поглотители энергии из несущих элементов могут быть использованы для снижения прогиба и амплитуд колебаний здания.

Вязкоупругий материал является одновременно упругим и вязким. Вязкоупругий материал работает под нагрузкой на срез. Он не накапливает энергии как пружина, а превращает ее в тепло, которое рассеивается в окружающую среду. Поэтому после снятия нагрузок материал не восстанавливается как пружина, а медленно возвращается к ненапряженному состоянию. При наличии затухания здание не испытывает колебаний. Вместо этого в связи с работой демпферов при порывах ветра происходит излучение тепла в здание. (Рисунок 4.2)

Кроме данных демпферных систем, в особо высоких зданиях (до 300 метров и более) на верхних этажах устраиваются т.н. пассивные маятниковые демпферы, подвешенные с помощью системы тросов и массой несколько сот тонн. В критических условиях эксплуатации здания, инерция колебаний данного устройства минимизирует общие колебания здания до безопасных пределов.

Наиболее эффективна работа маятниковых демпферов при воздействии на здание сейсмических нагрузок.



а – колебания здания без механических демпфирующих систем (только внутреннее затухание), б – колебания здания с затуханием; (Узел «А» - схема демфера; 2 - вязкоупругая прокладка).

Рисунок 4.2 - Конструкции демферных устройств

При использовании в конструкциях «принципов применения гибкого этажа, поглощающего энергию колебаний», предполагается, что первый этаж может деформироваться при внешних воздействиях, в то время как верхняя часть здания остается в пределах упругой работы. (Рисунок 4.3)

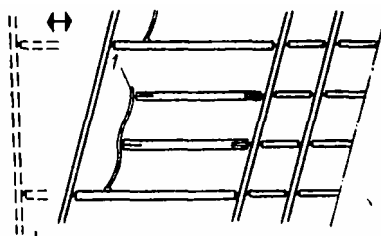


Рисунок 4.3 - «Гибкий этаж»

Повышение изгибной жесткости несущего остова высотных зданий со ствольными конструктивными системами достигается введением в каркас аутригерных структур. (Рисунок 4.4)

Как правило, эти достаточно жесткие плоские или пространственные конструкции, (в т.ч. «балки Верендаля»), расположенные по высоте здания с определенным шагом и соединенные между собой вертикальными стержневыми элементами, принимая на себя часть нагрузок от перекрытий, принципиально меняют характер работы каркаса здания и позволяют регулировать его реакцию на внешние воздействия.

5 Развитие конструктивных решений высотных зданий

К основным несущим элементам высотного здания относятся следующие: линейные элементы - колонны и балки, способные воспринимать осевые и изгибающие усилия; плоские элементы - стены, либо сплошные с проемами, либо решетчатые, способные воспринимать осевые и изгибающие усилия; плиты сплошные или ребристые, поддерживаемые каркасом и способные воспринимать нагрузки в плоскости, перпендикулярной плите; пространственные элементы - наружные оболочки или стволы, например, объединяющие конструкции здания с целью их работы как единого целого. Комбинации этих основных элементов образуют остов здания.

Методы изготовления конструкций и возведения здания могут оказывать существенное влияние на выбор конструктивного решения высотного здания. По существу они могут быть определяющими при строительстве зданий со сборными конструкциями. Такие системы применяются в связи с тем, что они снижают затраты труда и время возведения объектов. Для сокращения процесса строительства следует отдавать предпочтение минимальному числу отдельных объемов здания, избегать сложных замкнутых форм, а объем монтажной сварки сводить до минимума. Поэтому перед выбором метода строительства необходимо

учитывать технологию изготовления и монтажа конструкций в качестве одного из доминирующих условий организации строительного производства.

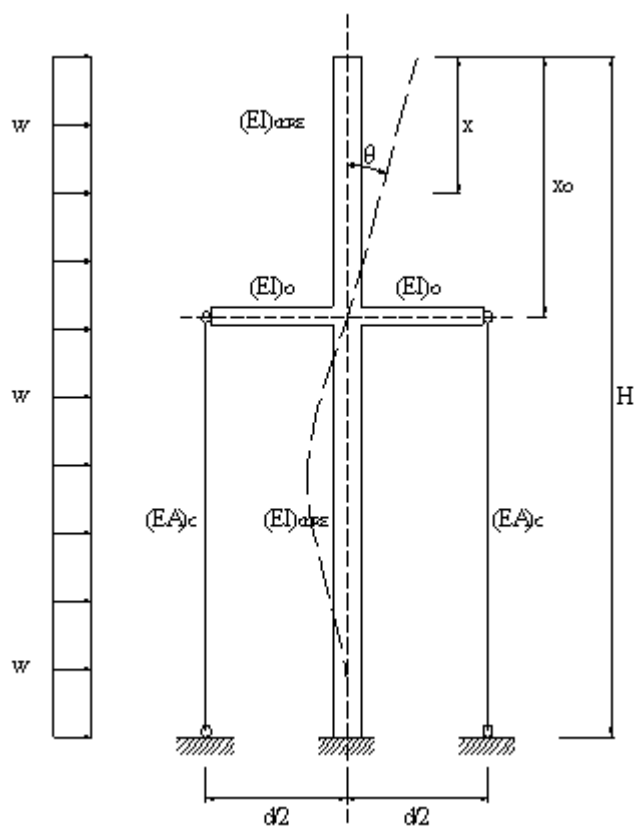


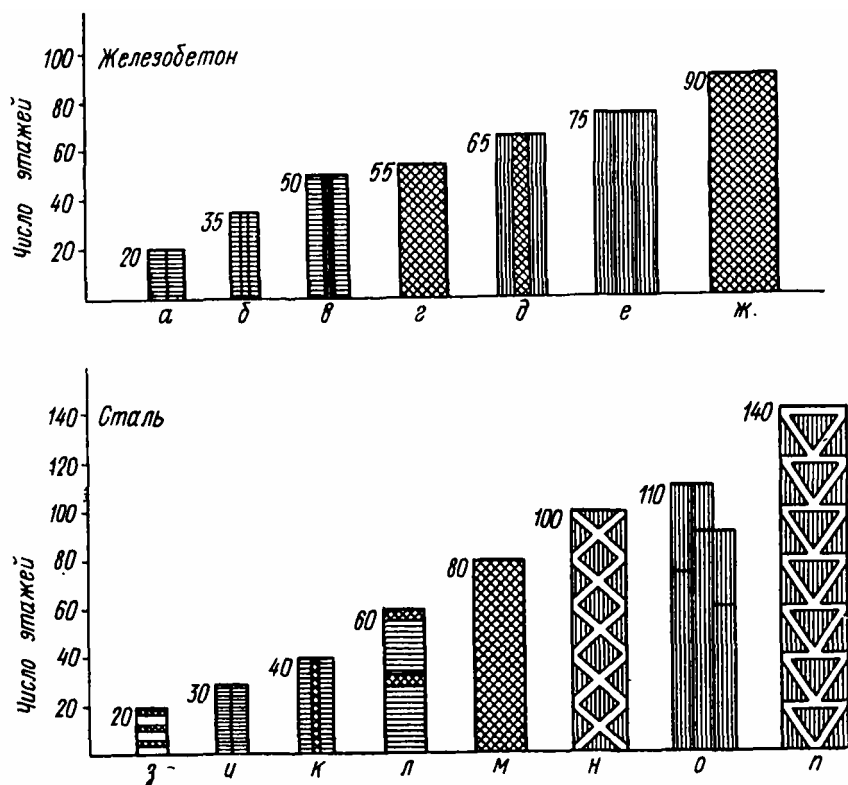
Рисунок 4.4 - Схема аутриггерной структуры

В зависимости от вертикальных нагрузок вес здания увеличивается почти линейно с ростом числа этажей. Однако расход материалов при восприятии горизонтальных нагрузок возрастает со значительно большей скоростью. Наиболее эффективным является конструктивное решение, для которого суммарные напряжения от ветра и вертикальных нагрузок превышают напряжения от вертикальных нагрузок не более чем на 33 %.

В высотных зданиях рамы со связями нередко более приемлемы для наружных конструкций. Внутренние рамы со связями затрудняют свободную планировку внутреннего пространства. Колонны этих рам должны располагаться достаточно близко, чтобы снизить высоту конструкций перекрытий, что, в свою очередь, резко снижает привлекательность использования такого рода проектных решений.

Несущие конструкции систем для наружных стен можно разделить на две группы: основную типовую ячейку, повторяющуюся по всей высоте здания, и элементы связей в виде диагоналей, располагаемых по всей поверхности наружных стен.

Современные высотные здания возводят из высокопрочного бетона и стали, преимущественно монолитного бетона и железобетона. (Рисунок 5.1) Сборные железобетонные изделия находят ограниченное применение, главным образом в качестве составных элементов сборномонолитных диафрагм жесткости, или несъемной опалубки вертикальных и горизонтальных несущих конструктивных элементов.



а-каркас; б-стена-диафрагма; в-каркас и стены-двафрагмы; г-наружная безраскосная решетчатая коробка; д-коробка с центральным стволom; е-многосекционная коробка (предложение); ж-безраскосовая решетчатая коробка с внутренними стенами-диафрагмами (предложение); з-фермы в шахматном порядке; и-каркас с жесткими узлами; к-каркас и стены-двафрагмы; л-решетчатые пояса; м-безраскосная решетчатая коробка; н-раскосная решетчатая коробка с внутренними колоннами; о-многосекционная коробка; п-мега система в виде наружной раскосной решетчатой коробки.

Рисунок 5.1 Конструктивные особенности высотных зданий.

К вертикальным элементам, обеспечивающим жесткость высотного здания относятся и т.н. «стены – диафрагмы». Стены-диафрагмы представляют собой вертикальные элементы жесткости, рассчитанные на восприятие горизонтальных нагрузок, возникающих при ветре или сейсмическом воздействии. Стенами-диафрагмами могут быть, как наружные и внутренние стены, так и стены стволов жесткости, ограждающие шахты лифтов и лестничные клетки. В архитектурной практике встречаются примеры компоновки стен-диафрагм в виде прямоугольника, треугольника, углового профиля, швеллера и широкополочного двутавра. По мере увеличения высоты зданий влияние горизонтальных нагрузок возрастает в нарастающей степени. При определенной высоте горизонтальный прогиб становится настолько большим, что требования жесткости несущих конструкций становятся при расчете решающими.

6 Объемно-планировочные решения высотных зданий

Оптимизация сооружения при определенных требованиях к объемно-планировочному решению сводится к достижению максимальной жесткости при минимальном весе. Это приводит к разработке систем, наиболее рациональных, для определенного диапазона высот. К числу факторов, определяющих необходимый уровень эффективности выбранного конструктивного решения относятся:

- использование конструкций из высокопрочных материалов (например, бетона с прочностью 650 кгс/см² и более, низколегированных сталей);
- оптимизация взаимодействия несущих элементов здания;
- применение новых методов сборки (например сварка, болтовые соединения);
- расчет сложного напряженного состояния на ЭВМ, при котором расчет системы «основание – фундамент – надфундаментные конструкции» выполнялся бы с учетом последовательностей принятой технологии возведения здания;
- использование легких конструкционных материалов;
- применение новых методов строительства.

Нередко конструкции несущих стен раньше выполнялись из кирпичной кладки большой толщины. Их значительный вес и негибкая планировка в плане

послужили причиной ограниченного использования такого рода конструкций для многоэтажных зданий. Однако развитие новых методов использования кладки и применение предварительно изготовленных железобетонных панелей сделало принцип строительства зданий с несущими стенами экономичным для диапазона средних высот. Здания, где требуется частое членение внутреннего пространства (жилые дома, гостиницы), наиболее полно отвечают этому принципу.

Нередко конструкции несущих стен раньше выполнялись из кирпичной кладки большой толщины. Их значительный вес и негибкая планировка в плане послужили причиной ограниченного использования такого рода конструкций для многоэтажных зданий. Однако развитие новых методов использования кладки и применение предварительно изготовленных железобетонных панелей сделало принцип строительства зданий с несущими стенами экономичным для диапазона средних высот. Здания, где требуется частое членение внутреннего пространства (жилые дома, гостиницы), наиболее полно отвечают этому принципу.

СХЕМЫ С НЕСУЩИМИ СТЕНАМИ применимы для зданий разной формы и компоновки. (Рисунок 6.1)

СХЕМЫ СО СТВОЛАМИ ЖЕСТКОСТИ используются там, где требуется максимум гибкости при планировке, больших открытых пространств, которые могут члениться с помощью передвижных перегородок. Обычным в этом случае оптимальным решением является сосредоточение систем вертикального транспорта, энергоснабжения и др. (например, лифтов, лестниц, туалетов, инженерных коммуникаций) с образованием ствола или нескольких стволов в зависимости от размеров и назначения здания. Эти стволы могут использоваться как системы стен-диафрагм, обеспечивающих необходимую боковую устойчивость здания.

(Рисунок 6.2) Использование только стен-диафрагм для восприятия горизонтальных нагрузок неприемлемо при высоте зданий более 150 м. В этом случае размеры стволов жесткости становятся слишком большими и не соответствуют своему функциональному назначению (размещение систем вертикального транспорта и энергоснабжения). Горизонтальная жесткость значительно увеличивается при применении для восприятия горизонтальных нагрузок не только системы стен-

диафрагм, но и рамных каркасов с жесткими узлами. Указанные схемы расположения стен наиболее четко проявляются в зданиях прямоугольной формы. Значительно труднее классифицировать схемы конструкций при сложных формах зданий в плане.

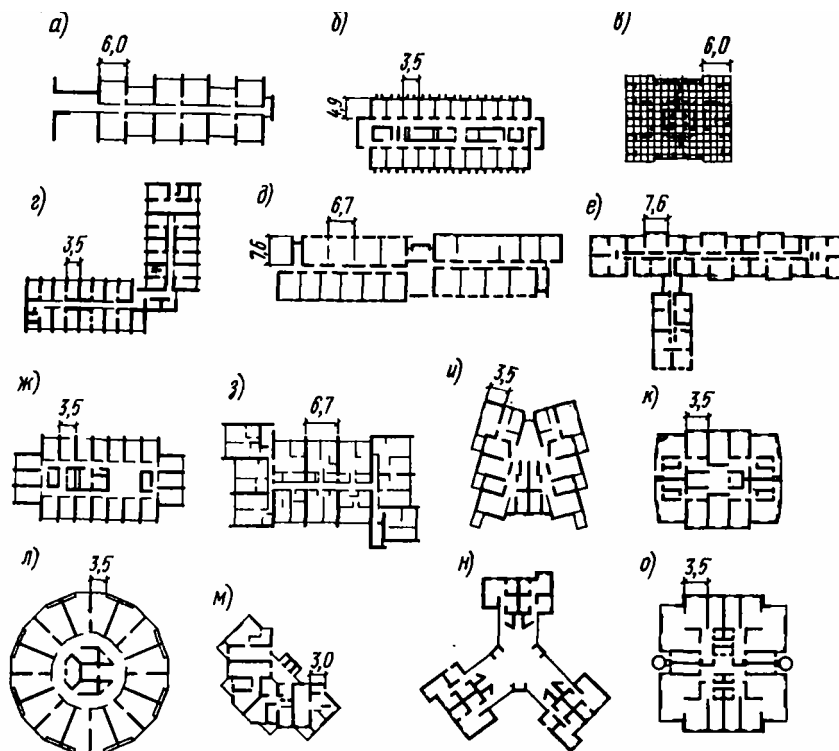


Рисунок 6.1а. Система поперечных плоских стен, расположенных перпендикулярно длине здания, эта система не влияет на решение главного фасада;

Рисунок 6.1д. Система продольных плоских стен, расположенных параллельно длинной стороне здания и образующих стену главного фасада;

Рисунок 6.1е. Система перекрестных плоских стен, расположенных в обоих направлениях.

Рисунок 6.1з. Здания могут также состоять из нескольких отдельных секций с разными системами стен в каждой.

Рисунок 6.1- Схемы зданий с несущими стенами

7 Принципы проектирования высотных зданий.

При проектировании высотных зданий в той или иной степени предполагается выполнение реализованным проектом следующих функций:

1. Социально-психологическая функция объясняет стремление к проектированию

высотных зданий, как результат архитектурного проявления естественного общества, где отсутствует иерархия мест.

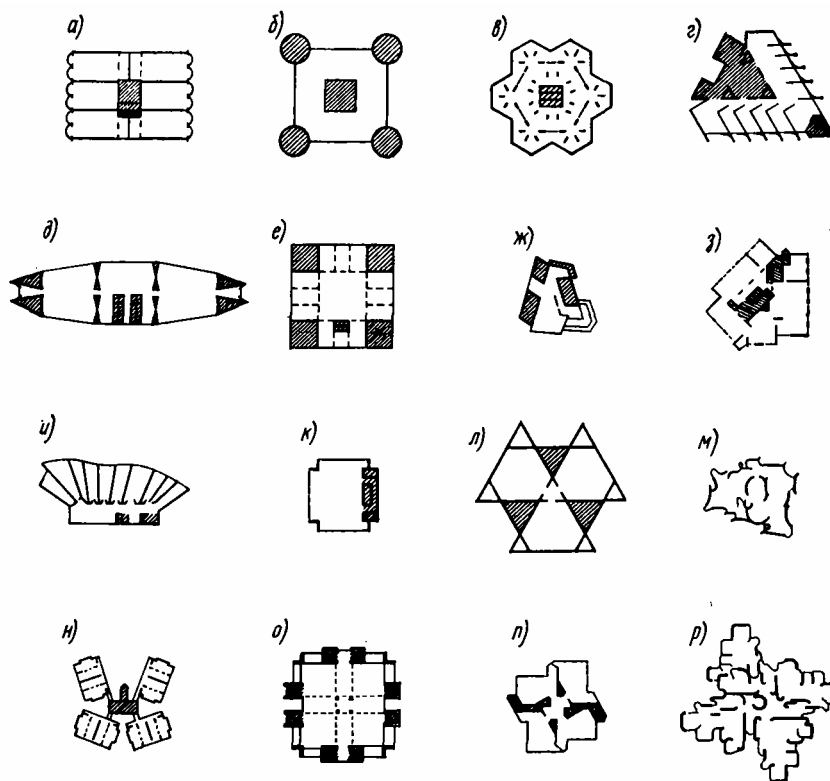


Рисунок 6.2 - Системы зданий со стенами и стволами жесткости

Рисунок 6.2а - Продольные стены-диафрагмы и центральный ствол.

Рисунок 6.2б - Замкнутые угловые стволы и центральный ствол.

Рисунок 6.2в - Стены по периметру и радиальные стены стволы жесткости.

Рисунок 6.2г - Стены по периметру и ствол жесткости, расположенный не в центре здания.

Рисунок 6.2.д - Поперечные стены-диафрагмы и угловые стволы.

Рисунок 6.2.е - Открытые угловые стволы.

Рисунок 6.2.ж - Сопряжение стволы жесткости.

Рисунок 6.2.з - Поперечные стены-диафрагмы и центральные стволы жесткости.

Рисунок 6.2.и - Радиальные стены-диафрагмы и наружные стволы.

Рисунок 6.2.к - Угловые стволы открытого сечения и наружный ствол.

Рисунок 6.2.л - Треугольные стволы жесткости по периметру.

Рисунок 6.2.м - Криволинейные стены-диафрагмы.

Рисунок 6.2.н - Сопряжение блоков здания и центральный ствол.

Рисунок 6.2.о - Открытые и замкнутые стволы жесткости по периметру.

Рисунок 6.2.п - Сочетание открытого центрального ствола и стен-диафрагм.

Рисунок 6.2.р - Криволинейные стены-диафрагмы, образующие стволы жесткости открытого профиля.

2. Коммуникационная функция. Восприятие высотного здания служит формированию целостного образа города, является определенным средством познания действительности.

Архитектура высотных зданий является активным коммуникатором, взаимодействующим с человеком. Коммуникацию, как одну из функций архитектуры здесь можно рассматривать, также как совокупность стимулов и побуждений, в результате которых поведение людей «модулируется» определенным образом.

3. Символическая функция определяет способность устанавливать значимые взаимоотношения между горожанином, как членом городского сообщества, и материальным окружением города, имеющим в своем составе комплексы высотных зданий и сооружений.

4. Репрезентативная функция. Здесь композиция вертикальных форм высотного здания несет информационный пласт значений, раскрывающий «содержание города» (функциональное, социальное, религиозное, историческое значение и т. п.), то есть является показателем общественно-социальных отношений, преобладающих в каком-либо муниципальном образовании.

5. Эстетическая функция определяет порядок включения вертикальных и иных форм высотной застройки в контекст ландшафтного окружения и рядовой застройки, при котором архитектура высотного строительства являясь средством художественного воздействия, способствует возникновению чувства эстетического наслаждения от восприятия предметно-пространственной среды.

6. Социально-организационная функция архитектуры высотных зданий определяется как результат взаимодействия архитекторов и заказчиков. Она регулируется законодательством страны и осуществляется государством.

7. Градообразующая функция заключается в формировании высотными зданиями определенного облика города, его застройки и планировки.

8. Офисная функция высотных зданий предполагает размещение внутри пространства здания различных коммерческих организаций, фирм, корпораций и

т.д. Она позволяет территории повысить ее деловой статус и улучшить ее экономическое положение.

9. Жилищная функция предполагает наличие помещения внутри здания для дальнейшего проживания. Зачастую верхние этажи высотного здания предназначены для гостиниц или отелей.

10. Досуговая функция заключается в том, что предназначение высотных зданий выражается в создании досуговых учреждений на территории здания.

Высотные здания - это новые градостроительные функционально-планировочные образования, формируемые по вертикальной оси. Но, как и для любого такого образования, сохраняется комплекс градостроительных требований (решение транспортных задач, обеспечение объектами общественного обслуживания, озеленением и т. д.), которые должны быть решены с учетом объемно-пространственной специфики данных объектов. Во второй половине прошлого столетия предметом научного анализа в архитектуре постепенно становилась высотная композиция города в целом, обеспечивающая его художественное и смысловое единство.

Создание пространственной целостности городской территории через систему высотных доминант – классический пример ансамблевого подхода к городу.

Основа многофункциональности современных высотных центров - это не только многофункциональность зданий-небоскребов, но и гармоничное единство офисных (гостиничных, административных) высотных зданий и малоэтажных зданий инфраструктуры, а также жилых домов различной этажности. Такой подход обеспечивает полноценную реализацию каждого типа зданий при выборе их этажности в соответствии с назначением.

К регламентированным факторам, учитываемым при выборе параметров и функционального назначения участков территории высотного строительства, относятся:

- визуально-ландшафтный анализ размещения градостроительного объекта для обоснования габаритов застройки;

- анализ возможности геологического риска на основании данных геологических изысканий;
- расчеты пропускной способности транспортной сети с учетом дополнительной нагрузки от объекта с целью исключения перегрузок дорожно-транспортных коммуникаций;
- границы красных линий уличной сети, ограничивающий участок объекта с учетом комплексных транспортных схем города;
- прогнозная оценка изменения условий аэрации и инженерно-гидрологических условий территории объекта;
- светоклиматические расчеты уровня инсоляции и естественной освещенности;
- расчеты обеспеченности населения на прилегающих территориях озеленением и объектами общественного обслуживания в границах участка высотного образования.

Высотное домостроение по всему циклу от замысла и проектирования до строительства и эксплуатации - это принципиально отличающаяся от обычного строительства ниша - с особыми знаниями и требованиями по геоинженерии, фундаментостроению, расчетам статике с учетом осадок и ветровых нагрузок, пожарной безопасности. При проектировании высотных зданий с первых шагов должна создаваться единая команда по разработке проекта, объединяющая архитекторов, конструкторов, геотехников, специалистов по инженерным сетям и пожарной безопасности, а также маркетолога. Важность совместной работы архитектора со специалистами смежных специальностей при проектировании высотных зданий предопределяется отсутствием у отечественных архитекторов профессиональных знаний необходимого уровня о работе и эксплуатации высоток. Для ведения мониторинга при строительстве и эксплуатации высотных зданий, как обязательный компонент их оснащения, должны закладываться датчики контроля работы фундамента, скелета здания и его наиболее нагруженных элементов.

Перспективным направлением развития высотного строительства является возведение зданий свободного или многоцелевого назначения. Такие здания демонстрируют широкие возможности использования объемного пространства в

зависимости от «конъюнктуры рынка», спроса помещений того или иного функционального назначения. Таким образом, высотные здания становятся инвестиционными проектами с гибкой системой помещений, которые можно приспособить для различных арендаторов и которые обеспечивают дополнительные преимущества по сравнению со зданиями прямого функционального назначения.

Архитектурное проектирование высотных зданий предполагает детальное ознакомление архитектора с характеристиками используемых на строительстве материалов, а также с основными технологическими принципами возведения высотных зданий и сооружений.

Современные высотные здания возводят, как правило, из высокопрочного бетона и железобетона, которые должны отличаться, в первую очередь, прочностью и деформативностью.

Сборные железобетонные соединения находят ограниченное применение, главным образом, в качестве составных элементов сборномонолитных диафрагм жесткости или несъемной опалубки вертикальных и горизонтальных несущих конструктивных элементов.

Для стеновых систем используют высокоподвижные и литые бетоны класса по прочности на сжатие С30/37 и выше. Армирование стеновых конструкций выполняют арматурой класса S500.

Стойки каркасных систем – колонны, пилоны и другие аналогичные элементы возводят с применением так называемого высокопрочного и высококачественного бетона, прочность на сжатие которого достигает 100 МПа и более. Это бетоны с заданными свойствами, определенными из условий технологии производства работ и обеспечения требований безопасности, в том числе в случае пожара. Для бетонирования больших массивов, а также строительных объемов густонасыщенных арматурой, могут применяться литые самоуплотняющиеся бетонные смеси, в том числе, имеющие в своем составе замедлители схватывания.

Для повышения огнестойкости высокопрочного бетона, для которого характерно взрывное хрупкое разрушение при высокотемпературном нагреве, в состав бетонной

смеси могут вводить полимерный наполнитель, который при нагреве искусственно создает поризацию цементного камня, заполняемого при этом водяным паром.

Повсеместное анонсирование высокопрочных бетонов (B50 и выше) как основного материала для несущих каркасов высотных отечественных зданий представляется не всегда перспективным и экономически выгодным, в связи с имеющимися здесь проблемами:

- большим собственным весом каркаса здания. Это приводит к увеличению нагрузки на фундамент и основание, что приводит к резкому удорожанию нулевого цикла;

- больших габаритов элементов каркаса. Например, габариты колонн здания высотой около 100 м составляют 1 х 1 м и более, что негативно сказывается на коммерческих показателях проекта в целом, поскольку «съедает» полезную площадь. Массивные колонны, выходящие на фасад, ухудшают эксплуатационные показатели здания, затемняют помещения, «догружают периметр здания»;

- ограничения в применении больших пролетов. При использовании конструкций из традиционного железобетона пролеты, превышающие 7–8 м, вызывают трудности из-за необходимости либо увеличивать толщину плоских перекрытий до 300 мм и более; что приводит к повышению расхода бетона и увеличению веса здания, либо создавать ребра и капители, что приводит к повышению стоимости строительных работ и уменьшает полезную высоту помещений.

Дальнейшее инерционное развитие идеологии проектирования каркасов высотных зданий неизбежно приводит к ухудшению экономических показателей строительства и снижению качества работ.

Элементарный анализ показывает, что расход стержневой арматуры в современных железобетонных каркасах высотных зданий может обеспечить строительство стального каркаса, где бетон выполнял бы роль огнезащиты. Применение высокопрочного бетона, осуществленное на отдельных уникальных высотных зданиях в центральных регионах страны, приводит к существенному удорожанию строительства, требует высочайшей технологической культуры и не может быть реализовано повсеместно.

Кроме того, повышение прочности бетона до В60–В80 с соответственно высоким модулем упругости, приводит к повышению хрупкости конструкций в целом и препятствует полезному для бетона рядовых классов перераспределению усилий. Перечисленные выше недостатки железобетонных каркасов широко известны и привели к широкому внедрению в развитых странах так называемых комбинированных конструкций, где полезные свойства стали и бетона используются наиболее рационально. Современные системные решения каркаса высотного здания предлагают т.н. комплексное применение сталежелезобетонных конструкций, т.е. таких железобетонных конструкций, в которых кроме обычной стержневой арматуры имеются элементы из профильного железа.

Рационально запроектированные колонны высвобождают значительные полезные площади (до 10 %), не препятствуют нормальной эксплуатации, не нарушают архитектурный замысел.

При проектировании колонн каркаса следует придерживаться следующих правил:

- жесткость и габариты сечений центральных элементов должны убывать от центра здания к периферии. Это достигается повышением жесткости ядра здания (лифтовой узел) и примыкающих к нему колонн, находящихся в пределах ядра сечения здания в целом;
- сечение колонн должно быть минимальным. Данное требование определяет «максимальный выход площадей»;
- процент армирования должен быть максимальным. Это требование связано с предыдущим и означает, что только высокое насыщение сечения арматурой позволяет получить максимальную несущую способность и жесткость при минимальном габарите сечения. Традиционный подход к проектированию железобетона не позволяет в полной мере выполнить это требование, при этом, принятые в развитых странах проценты армирования превосходят отечественные в 2–3 раза и доходят до 16%. (Рисунок 7.1) Варьируя прочность бетона и количество продольного армирования можно добиться оптимизации конструктивных решений и минимизации их стоимости без снижения надежности работы конструкций высотных зданий.

Это может достигаться применением и сталебетонных колонн с внешней стальной оболочкой.

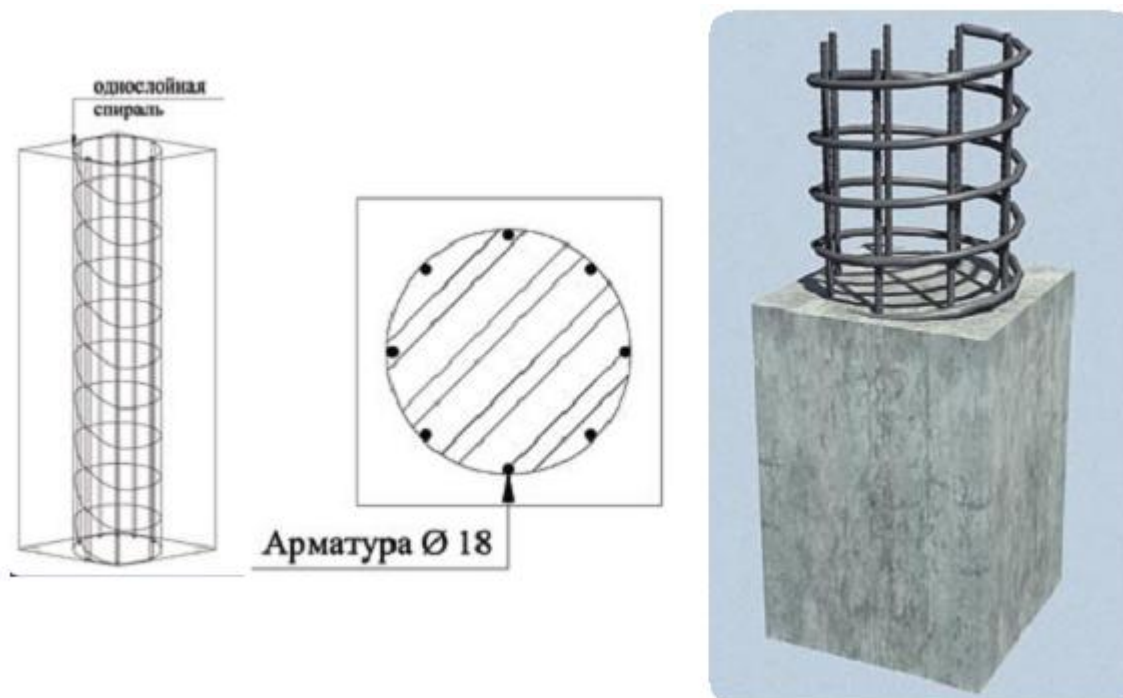


Рисунок 7.1- Примеры армирования строительных конструкций.

Наружные стены высотных зданий проектируют с учетом конструктивных систем последних. В каркасных системах и их разновидностях с колоннами применяют навесные конструкции, представленные, как правило, легкими элементами с листовыми обшивками из стали или алюминия и средним теплоизоляционным слоем. Здесь же может быть применено и закаленное и армированное стекло.

В высотных зданиях, где стены играют роль несущих конструкций или диафрагм жесткости, максимальное применение находит монолитный бетон, обеспечивающий данному остову максимально возможную жесткость.

В местах пересечения или сопряжения стен разных направлений для уменьшения влияния концентраторов напряжений в виде входящих углов устраивают вуты, которые дополнительно армируют для повышения трещиностойкости наиболее уязвимых участков конструкции.

В качестве конструкций наружных стен высотных зданий могут выступать и светопрозрачные элементы. Крепление оконных заполнений к стенам должно воспринимать многоцикловые знакопеременные нагрузки без увеличения податливости. Как правило, в верхней и средней частях высотных зданий оконные проемы конструируются монолитными (глухими). Организация процессов воздухообмена и инсоляции происходит искусственным путем.

Технические решения междуэтажных перекрытий высотных зданий отличаются большим разнообразием и зависят от конструктивной системы несущего остова, этажности здания, его габаритных размеров в плане и действующих на перекрытие нагрузок. При относительно небольшом шаге сетки колонн (до 7,2 м), а также в зданиях со стеновыми конструктивными системами применяются плоские монолитные железобетонные перекрытия. Армирование данных перекрытий производят по направлению действующих силовых потоков. С увеличением шага колонн или стен конструкций прибегают к устройству несущих балок, расположенных в одном или двух направлениях.

При шаге несущих конструкций более 9 метров, применение плоских или ребристых монолитных железобетонных перекрытий с обычной стержневой арматурой становится экономически и технически нерациональным. В этом случае могут использоваться ребристые перекрытия, в которых балки армируют жесткой арматурой из прокатных или сварных стальных профилей. Нередко, несущие балки бывают полностью из стали, что в свою очередь формирует систему несущих стальных балок (балочную клетку), объединенную сверху монолитной железобетонной плитой.

Лестничнолифтовые узлы высотных зданий играют особую роль при архитектурном конструировании высотных зданий.

Как правило, они играют определенную роль в обеспечении сообщения между этажами, а также при эвакуации людей в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Обычно лестничнолифтовые узлы располагаются в пределах центральной зоны данного строения и имеют, в большинстве случаев, предел огнестойкости около 2 часов.

При проектировании конструкций наземной части высотных зданий, данные сооружения следует относить к первому уровню ответственности и принимать коэффициент надежности по ответственности при высоте здания 75 – 100 метров равным 1,1; при высоте 101 – 125 метров равным 1,15; и выше этой высоты – 1,2. Под действием ветровой нагрузки перемещение верха здания не должно превышать 1/500 его высоты, что обеспечивает целостность остекления и перегородок, а также нормальную работу лифтов.

Крышу высотного здания, как правило, следует проектировать с внутренним водостоком. Учитывая уникальность и срок эксплуатации высотных зданий, составляющий не менее 125-150 лет, особое внимание следует уделять долговечности и ремонтпригодности их наружной отделки. Зарубежная практика показывает, что использование высококачественного железобетона для устройства несущей конструкции наружных стен в коробчатых конструктивных схемах или навесных железобетонных панелях и в других конструктивных схемах обеспечивает разнообразную отделку фасадов и достижение индивидуального внешнего облика высотных зданий. Благодаря пластическим свойствам бетона можно создавать наружные стены не только в виде плоских поверхностей, но и криволинейные многогранные, в виде разнообразных объемов и т.п.

8 Инженерные системы высотных зданий. Обеспечение безопасности

Важными элементами высотных зданий являются инженерные системы и оборудование, обеспечивающие повышенные уровни пребывания внутри зданий. К ним относят; температурный, акустический, гигиенический, электромагнитный, визуальный и другие уровни.

В современном высотном здании могут функционировать более 30 различных инженерных систем и коммуникаций. Для организации естественной вентиляции и дополнительного освещения внутри высотного здания в определенных случаях проектируется атриум, несущий дополнительную эстетическую нагрузку.

(Рисунок 8.1)

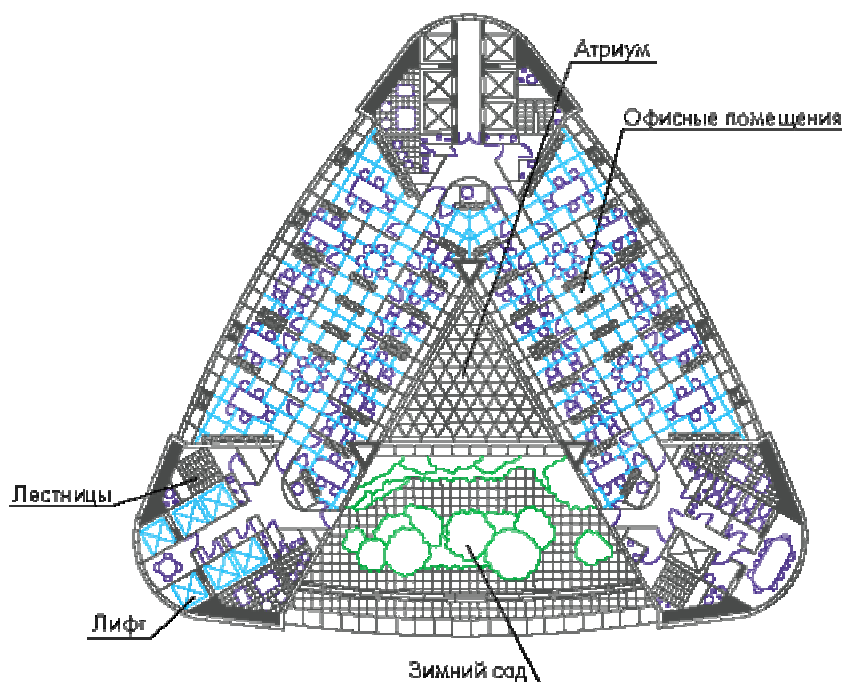


Рисунок 8.1 - Проектирование атриума

Внутри высотных зданий также могут возникать сильные воздушные потоки (эффект аэродинамической трубы). Для их уменьшения должны применяться специальные решения - шлюзование входов в здание, шлюзование лестничных секций, высокая герметизация межэтажных перекрытий, герметизация мусоропроводов. (Рисунок 8.2)

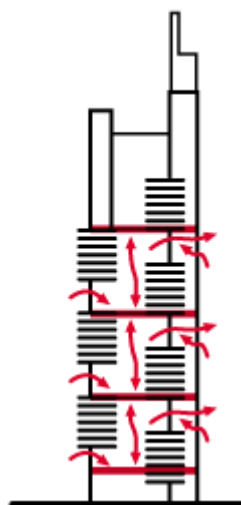


Рисунок 8.2 - Принципиальная схема движения воздушных масс

После строительства высотных зданий изменяется аэродинамика городской застройки и возникают сильные воздушные вихревые потоки, поэтому при проектировании высотных зданий требуются исследования их аэродинамики с учетом прилегающей городской застройки. Большое значение приобретают требования к сопротивлению воздухопроницанию конструкций, связанные с разностью давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждений, существенно возрастающей с увеличением высоты. Традиционные окна не обеспечивают требуемое сопротивление воздухопроницанию, поэтому для высотных зданий необходимы специальные конструкции световых проемов.

Ряд инженерных систем, таких как, водопровод, канализация, мусоропроводы и др. необходимо зонировать в пределах между соседними техническими этажами, которые должны располагаться друг от друга не дальше 50 метров. Помимо централизованных источников теплоснабжения. Необходимо предусматривать автономные источники теплоснабжения (АИТ), которые могут размещаться как в самом здании, так и в виде отдельно стоящих объектов. Количество лифтов в высотном здании определяется на основании расчета, в зависимости от норм интервалов движения последних. При этом каждый лифт располагается в отдельной шахте. В высотных зданиях все электроприемники по степени надежности относятся к 1 и 2 категориям безопасности, обеспечиваемые, как правило, дополнительными (резервными) источниками питания.

Одним из путей снижения эксплуатационных затрат является строительство энергоэффективных высотных зданий. Энергоэффективными называются такие здания, при проектировании которых был предусмотрен комплекс архитектурных и инженерных мероприятий, обеспечивающих существенное снижение затрат энергии на теплоснабжение этих зданий по сравнению с обычными (типовыми) зданиями при одновременном повышении комфортности микроклимата в помещениях. Методология проектирования энергоэффективного высотного здания должна основываться на системном анализе здания как единой энергетической системы. Представление энергоэффективного высотного здания как суммы независимых

инновационных решений нарушает принципы системности и приводит к потере энергетической эффективности проекта.

Для снижения затрат энергии на климатизацию здания, а также для организации естественной вентиляции светопрозрачные ограждения высотного здания могут быть сделаны двухслойными. (Рисунок 8.3) Внешняя оболочка (первый слой) имеет щелевые отверстия, через которые наружный воздух проникает в полости между слоями. Снижение затрат энергии на отопление здания достигается использованием теплозащитного остекления с коэффициентом теплопередачи приблизительно 1,4-1,6 Вт/(м².°С). Кроме этого, первый слой остекления играет роль защитной оболочки, уменьшающей конвективный тепловой поток, направленный наружу. Зимой в ночное время пространство между внешней и внутренней оболочками фасада герметизируется, образуя статичную воздушную прослойку, обладающую хорошими тепло-изоляционными свойствами. Снижение затрат энергии на охлаждение здания летом, достигается путем использования герметичных двойных стеклопакетов, заполненных инертным газом и отражающих инфракрасное излучение. (Рисунок 8.4)

Энергетическая концепция такого здания предполагает организацию выработки количества энергии, эквивалентного потребляемому.

Данный процесс производства энергии осуществляется за счет энергетического источника, расположенного в грунте, а также работы в энергетическом режиме всего фасада здания.

При необходимости дополнительное охлаждение или тепло можно получать, используя энергетические стержни, представляющие собой теплообменные трубы в свайном фундаменте. Необходимое распределение теплого и охлажденного воздуха могут обеспечивать ветроэлектростанции, встроенные в фасад высотного здания. Ветрозащищенная система затемнения, встроенная в климатическую оболочку, обеспечивает необходимую защиту от солнца.

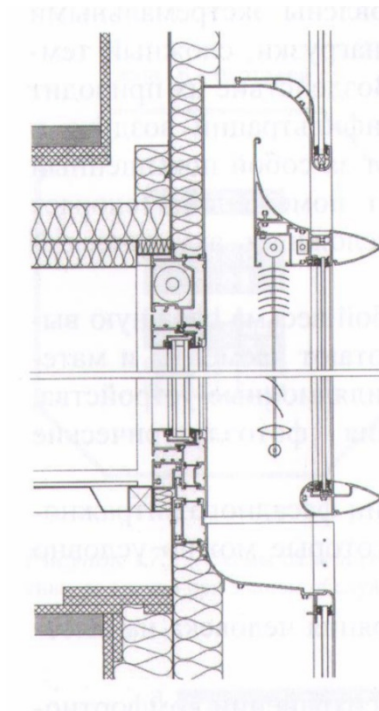


Рисунок 8.3 - Конструкция двойного остекления фасадной системы в здании «Коммерцбанк», Франкфурт (Германия).

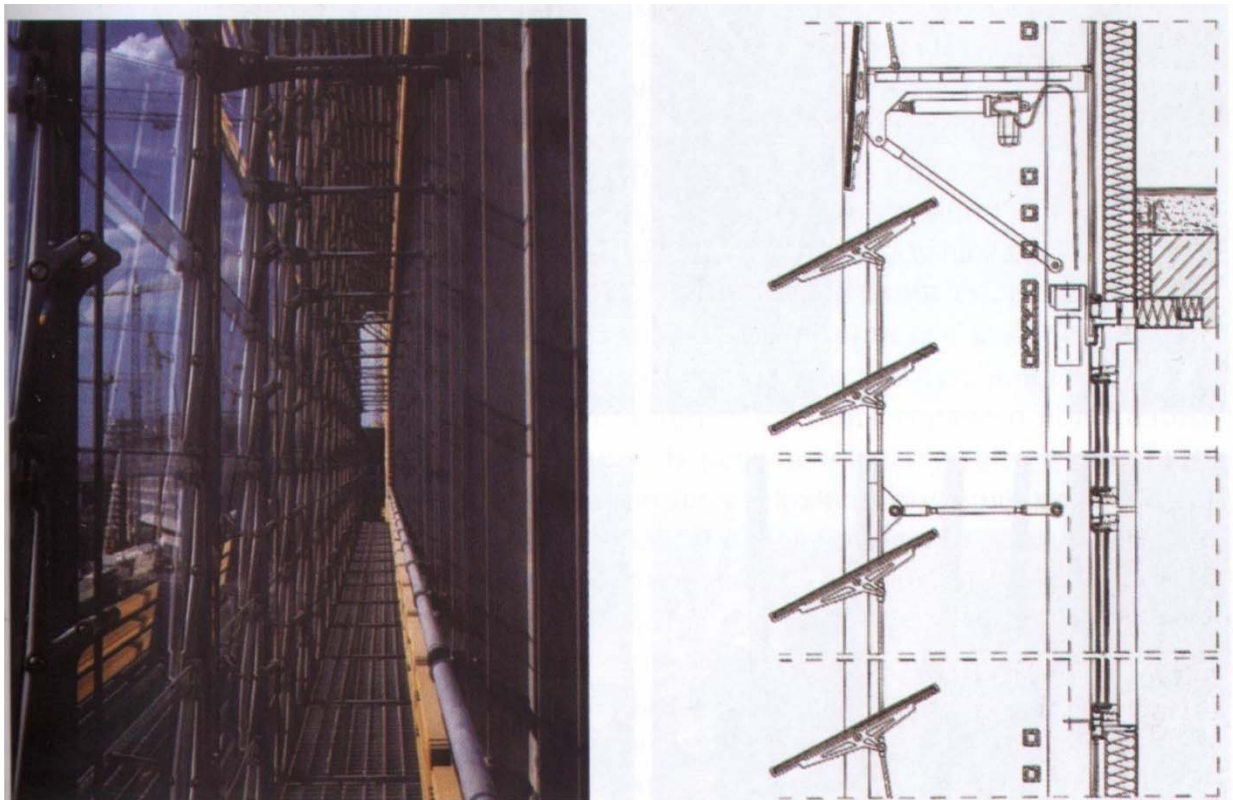


Рисунок 8.4 - Схема действия наружного остекления.

Особое внимание при проектировании и эксплуатации высотных зданий всегда уделяется мерам безопасности, в том числе противопожарным мероприятиям. Несущие конструкции зданий, как и здания в целом, должны удовлетворять повышенным требованиям по пределам огнестойкости, равным соответствующим нормативным данным международного уровня.

Помимо этого при проектировании высотных зданий регламентируется, в целом, их комплексная безопасность, включающая безотказность и управляемость всех инженерных систем, а также мероприятия, связанные с антитеррористической деятельностью.

Необходимые разрешения на строительство здания должны даваться только после того, как будет доказана безопасность использования такого сооружения. Современные высотные здания требуют новых подходов и дополнительных строительных стандартов, включая главный из них - стандарт надежности и безопасности высотного здания.

9 Экономические аспекты высотного строительства

Необходимо отметить, что, несмотря на накопленный мировой опыт строительства, регламентированные правила архитектурного проектирования, выбора конструктивных решений несущих систем, ограждающих конструкций и материалов для их реализации, сегодня отсутствуют. В каждом конкретном случае архитектор, а затем и инженер принимают техническое решение в соответствии с требованиями, установленными международными или национальными стандартами, нормами проектирования или другими руководящими документами, с учетом собственного опыта и интуиции. Не последнюю роль в этом вопросе играет компьютерное моделирование будущего объекта и его вариантное проектирование. Необходимо также иметь в виду, что в отличие от большинства объектов массового строительства, конструктивное решение высотного здания находится в неразрывной связи с технологией его возведения. На безопасность и надежность объекта

непосредственное влияние оказывает правильный учет внешних воздействий, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации, и назначение (калибровка) значений частных коэффициентов безопасности, соответствующих расчетному сроку службы.

Стоимость высотных зданий несравненно выше, чем объектов массового строительства, и обусловлена не только специфическими конструктивными решениями, но также наличием систем жизнеобеспечения и комплексной безопасности. Безусловно, при проектировании высотных зданий нужно принимать экономически оправданные технические решения, но при этом они не должны снижать надежность сооружения и превращать его в источник повышенной опасности для людей и окружающей среды. Только при этих условиях высотные здания станут своеобразной визитной карточкой государства, будут свидетельствовать о его экономическом благополучии и достижениях научно-технического прогресса в строительной отрасли.

Задачи управления строительством высотного здания состоят из шести независимых, но взаимосвязанных "систем": стоимость, планирование, контроль, информация, организация и персонал. Каждая из этих задач подразделяется на некоторое "подмножество", элементы которого детально описываются в специальной литературе по методам и средствам управления проектом!

Одним из доминирующих факторов данного управления является т.н. экономический фактор, определяющий перспективы эффективности строительства и эксплуатации высотного здания.

Целый ряд объективных причин – значительные размеры, высокая удельная стоимость строительства (связанная с решением таких специфических проблем, как повышенные нагрузки на основания и фундаменты, значительные ветровые нагрузки), огромное энергопотребление, высокая стоимость инженерно-технологического оборудования здания и его эксплуатации заведомо определяют высотные (в первую очередь сверхвысотные) жилые здания, как уникальные дорогостоящие объекты.

В то же время, строительство подобных жилых зданий всегда мотивировалось в первую очередь не только экономическими, но и политическими и градорегулирующими соображениями.

Именно комплексность мотивации строительства высотных зданий является главной причиной мирового развития данного производства.

10 Задание на курсовую работу

10.1 Цель и задачи курсовой работы

Архитектурно-курсовая работа №1 «Основы архитектурного проектирования высотных зданий» выполняется при изучении дисциплины «Специальные строительные конструкции» студентами специальностей «Архитектура» и «Дизайн архитектурной среды».

Цель выполнения курсовой работы – закрепление и углубление теоретических знаний, приобретение навыков архитектурно-строительного проектирования современных зданий и сооружений.

Работа выполняется в соответствии с заданием, в котором указываются приемлемые для данного выполнения параметры объемно-планировочной схемы и конструктивного решения здания, район и территория строительства.

В процессе выполнения работы студенту необходимо расширить и приобрести определенные навыки для решения следующих задач:

- выбор и формирование основных параметров объемно-планировочного решения высотных зданий;
- организация современного конструктивного решения проектируемого сооружения;
- определение оптимального варианта использования современных строительных конструкций в проектируемом здании на основании анализа технико-экономических, градостроительных и других показателей и параметров данного проекта;

- эффективное пользование программами архитектурно-технического конструирования, существующей нормативной, технической и другой специальной литературой.

10.2 Состав курсовой работы

Курсовая работа содержит графическую часть и пояснительную записку.

В графической части следует выполнить следующие чертежи:

- «генерального плана прилегающей территории с элементами технического зонирования» (М 1:500);
- конструктивной и объемно-планировочной схемы здания (М 1:200);
- пять-шесть конструктивных узлов и деталей (М 1:20) с обязательной детализацией проектного решения соединения перекрытия здания с его ограждающими конструкциями, узла конструкции фундамента высотного здания, проектное решение фасада здания, его кровли; узла, включающего специальную конструкцию высотного сооружения (вут, аутригер, демпфер и т.д.);

Чертежи могут быть выполнены на листах формата А1 или в виде альбома на листах формата А2.

В пояснительной записке определяется район строительства и конкретизируются его параметры и характеристики; снеговая и ветровая нагрузка, в т.ч. нормативная; уровень влажности, условия эксплуатации конструкций и температурно-влажностный режим помещений, нормативная глубина промерзания грунта, их технические характеристики, преобладающее направление и сила ветра («роза ветров»), а также температурный режим территории строительства.

Здесь же дается детальное обоснование объемно-планировочного решения, а так же анализ конструктивного выбора основных конструкций высотного здания, включая его фундаменты.

Разработка генерального плана курсовой работы производится на определенной территории и соответствующем участке данной местности.

При этом необходимо учитывать архитектурные, социальные, экономические, общественные требования градостроительства и районной планировки, в том числе отдельно «Требования при проектировании высотных зданий и сооружений».

Особое значение здесь отводится т.н. требованиям безопасности при строительстве и эксплуатации высотных зданий, включающим санитарно-гигиенические, противопожарные требования, требования охраны окружающей среды, безопасности эксплуатации высотного здания и т.д.

В пояснительной записке, при разработке архитектурно-планировочных и конструктивных решений высотных зданий разрешается сопоставление и анализ принятых решений с лучшими аналогами отечественного, европейского или мирового уровней. Одним из главных требований к выполнению данной работы будут являться критерии качества анализа высотного строительства, обеспечивающего выбор архитектурно-планировочной схемы и соответствующего конструктивного решения при проектировании высотного здания.

Пояснительная записка оформляется на 20-25 листах формата А4, с соответствующими требованиями к оформлению.

- РАЗМЕЩЕНИЕ ЗДАНИЙ НА ГЕНПЛАНЕ

Разработка генерального плана на стадии учебного проекта предполагает решение ряда задач, связанных с планировкой, благоустройством и озеленением участка проектируемого здания.

При решении вопросов планировки и застройки территории, по возможности, должны быть обеспечены наилучшие санитарно-гигиенические условия жизни и деятельности людей. Для этого необходимо; правильно расположить здание на местности, учитывая требования инсоляции, проветривания, необходимые разрывы между зданиями (технологические, санитарные, противопожарные), а также благоустроить и озеленить территорию.

Необходимая площадь для размещения проектируемого здания устанавливается с учетом действующих норм.

Ширина противопожарных разрывов между зданиями принимается в зависимости от степени огнестойкости каждого здания.

Ориентация зданий и размещение их по отношению к другим зданиям определяются из условий обеспечения непрерывной продолжительности инсоляции помещений и территорий. В связи с этим регламентируются величины

инсоляционных разрывов. Все проектируемые здания на участке генплана должны быть привязаны к существующим зданиям или сооружениям, а при отсутствии последних – к строительной сетке.

Большое внимание при разработке генплана уделяется организации транспортного и пешеходного движения. Необходимо помнить, что в пределах микрорайона допускается передвижение только местного транспорта, обеспечивающего подвоз грузов к жилым и общественным зданиям. Ширина дорог и проездов назначается в соответствии с существующими нормами с учетом их функционального назначения.

По назначению различают следующие внутримикрорайонные проезды: основные двух–трех полосные шириной 6 и 9 м; второстепенные с односторонним движением шириной 3,5 м; тупиковые (для подъезда к отдельным зданиям) шириной 2,5 м. Тупиковые проезды должны иметь разворотные площадки с размерами в плане не менее 12×12 м. Расстояние от бордюра проезжей части дорог до стен зданий должно быть не менее 5 м.

Для пешеходного движения проектируются тротуары у основных проездов и самостоятельные шириной 1,5...2,25 м. На генплане участка необходимо предусмотреть открытые автостоянки, размеры которых зависят от функционального назначения здания.

При разработке генплана важное значение имеет рациональное использование территории участка проектируемого здания, которое достигается выбором оптимальных размеров и расположения подсобных площадей для размещения вспомогательных зданий, сооружений и инженерных коммуникаций.

Озеленение территории должно осуществляться за счет рядовой или групповой посадки деревьев, кустарника, разбивки газонов и цветников.

Расстояние между стволами деревьев должно быть не менее 5м. Расстояние от зданий и сооружений до деревьев и кустарников принимаются по действующим нормам.

На чертеже генплана отражают рельеф участка с нанесением горизонталей через 0,5 м. В левом верхнем углу чертежа генплана располагают розу ветров с указанием

направления севера. Контур проектируемого здания наносят основной линией (S) по осевым размерам, принятым в строительном чертеже. Внутри контура указывают номер здания по экспликации; отметку, соответствующую условной нулевой отметке, принятой на строительном чертеже; этажность здания – в правом нижнем углу. Линией $S/2$ вокруг здания наносят отмостку, въездные пандусы, наружные лестницы и площадки у входов. В координируемых углах здания показывают координационные оси с указанием их марок, соответствующих строительному чертежу. На чертеже генплана указываются размеры зданий и разрывы между ними; расстояния от проектируемого здания до границы проезжей части дорог, деревьев, кустарников; размеры автостоянок и площадок различного назначения (игровых, отдыха и спорта); приводится экспликация существующих и проектируемых зданий и сооружений, а также основные технико-экономические показатели: площадь участка $S_{уч}$, м²; площадь застройки S_z , м²; площадь покрытий $S_{п}$, м²; площадь озеленения $S_{оз}$, м²; коэффициент застройки $K_z = S_z/S_{уч}$; коэффициент использования территории $K_{и} = (S_z + S_{п})/S_{уч}$; коэффициент озеленения $K_{оз} = S_{оз}/S_{уч}$.

- КОНСТРУКТИВНАЯ И ОБЪЕМНО_ПЛАНИРОВОЧНАЯ ЧАСТИ ЗДАНИЯ.

Подсчет площадей помещений и зданий при проектировании следует производить в соответствии с положениями нормативных документов: жилые здания - СНиП 31-01-2003; общественные здания - СНиП 2.08.02-89*; административные здания - СНиП 31-05-2003.

Новые технические решения конструкций, новое оборудование и материалы допускается применять при наличии технических свидетельств, разрешающих их использование в зданиях высотой более 75 м.

Состав, количество и расположение разных функциональных элементов входящих в структуру высотного здания, а также количество и состав подземных этажей определяются предпроектными разработками и заданием на проектирование. Типологические требования, не противоречащие противопожарным, санитарно-гигиеническим, природоохранным и другим нормативным требованиям к высотным

зданиям следует принимать в соответствии с СНиП 31-01-2003, СНиП 2.08.02-89*, СНиП 31-05-2003.

В высотных зданиях необходимо предусматривать служебные помещения следующего назначения:

- для размещения технологического оборудования площадью не менее 30 кв.м;
- для стационарной станции мониторинга основных несущих конструкций площадью не менее 20 кв.м и места установки измерительных пунктов станции;
- для центрального пункта управления (ЦПУ) системой комплексного обеспечения безопасности здания площадью не менее 30 кв м;

Площадь вестибюлей высотных зданий определяется из расчета наибольшего скопления людей в часы пик при времени ожидания лифта 30-35 с в зданиях общественного назначения и 60-80 с в жилых зданиях и гостиницах.

Состав встроенных и встроенно-пристроенных помещений, размещаемых в подземных и цокольных этажах, а также помещений без естественного освещения в жилых, общественных и административных зданиях определяется в соответствии с положениями СНиП 31-01-2003, СНиП 2.08.02-89*, СНиП 31-05-2003, СНиП 21.02-97*, СанПиН 2.4.1.1249-03, СанПиН 2.1.2.1002-00, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, СП 2.3.6.1066-01.

Размещение детских дошкольных учреждений в высотном здании и встроенных в него помещений не допускается.

Высота здания определяется по СНиП 21-01-97*. Высота помещений различного назначения определяется в соответствии с требованиями СНиП 2.08.02-89*, СНиП 31-05-2003. В жилых помещениях высота от пола до потолка должна быть не менее 2,7 м.

При проектировании стилобатной части высотного здания или здания не выше 75 м в составе комплекса, следует применять нормативные требования, относящиеся к зданиям высотой до 75 м. Доступ маломобильных групп населения в высотные здания следует обеспечивать в соответствии с требованиями СНиП 35-01-2001.

При сплошном остеклении фасада необходимо с внутренней стороны предусматривать ограждения высотой не менее 1200 мм. При проектировании озеленения и

благоустройства крыш жилых и общественных зданий следует руководствоваться "Рекомендациями по проектированию озеленения и благоустройства крыш жилых и общественных зданий и других искусственных оснований".

Расчеты оснований по несущей способности следует выполнять в соответствии с методиками, изложенными в СНиП 2.02.01-83*, СНиП 2.02.03-85, рассматривая основное сочетание расчетных значений нагрузок, а при наличии особых нагрузок и воздействий - основное и особое сочетания расчетных значений нагрузок.

Расчет оснований высотных зданий по предельным состояниям второй группы (по деформациям) следует проводить на основное сочетание нагрузок, при этом прочностные и деформативные характеристики основания принимаются с коэффициентом условий работы $\gamma_3 = 0,9$.

Под плитными фундаментами высотных зданий необходимо предусматривать бетонную подготовку из бетона класса не ниже В10, толщиной в зависимости от инженерно-геологических условий и методов производства работ, но не менее 150мм. Расчет несущей конструктивной системы высотного здания для определения усилий и деформаций в несущих элементах, общей деформации системы и проверки ее общей устойчивости следует производить в два этапа:

- для предварительного назначения геометрических характеристик и выбора материала несущих конструкций с использованием упрощенных, в т. ч. стержневых моделей;
- для окончательного назначения всех характеристик несущих конструкций с использованием сертифицированных программных комплексов, основанных на методе конечных элементов, в т.ч. позволяющих учитывать неупругие свойства железобетонных конструкций. Расчет по этим программным комплексам должен производиться независимыми организациями.

Предельные горизонтальные перемещения верха высотных зданий f_{ult} с учетом крена фундаментов при расчете по недеформированной схеме в зависимости от высоты здания h не должны превышать:

- до 150 м (включительно) - $1/500$;
- при $h = 400$ м - $1/1000$,

при промежуточных высотах значения f_{ult} определять по интерполяции.

Размеры сечений колонн, толщину стен диафрагм и ядер жесткости допускается принимать переменными по высоте здания.

В несущих железобетонных конструкциях колоннах, стенах и ядрах жесткости следует применять тяжелые бетоны, а в перекрытиях - легкие и тяжелые бетоны классов по прочности на сжатие не менее В25.

В несущих железобетонных конструкциях стержневую арматуру следует принимать согласно СНиП 52-01-2003. Для сталежелезобетонных конструкций в качестве жесткой арматуры следует применять прокатные стальные профили и другие элементы, марки стали которых следует принимать согласно СНиП II-23-81*.

Несущие конструкции здания должны отвечать требованиям долговечности и ремонтпригодности согласно СНиП 31-01-2003.

Наружные стены в высотных зданиях, помимо предъявляемых к ним общих требований в соответствии с действующими нормативными документами, должны:

- воспринимать дифференцированные по высоте ветровые нагрузки, в том числе их пульсационную составляющую, в соответствии с СНиП 2.01.07-85*
- соответствовать требованиям к уровню тепловой защиты зданий в зависимости от их высоты;
- иметь долговечность теплоизолирующего слоя, равную долговечности ограждающей конструкции. В противном случае конструкция наружного ограждения должна обеспечивать ремонт или замену теплоизолирующего слоя;
- отвечать эксплуатационным требованиям, связанным с обслуживанием и ремонтом фасадов высотных зданий. Крепление ненесущих наружных стен к несущим конструкциям здания следует выполнять преимущественно на болтовых соединениях. Конструкции окон, витражей и навесных светопрозрачных фасадных конструкций и их крепление к несущим конструкциям должны рассчитываться по прочности и деформативности на действие ветровых нагрузок. Жесткость конструктивных элементов окон, витражей и навесных светопрозрачных фасадных конструкций при расчете на ветровую нагрузку должна соответствовать требованиям ГОСТ 23166-99 и СНиП 2.01.07-85*. Толщина стекол должна приниматься по ГОСТ 23166-

99 в зависимости от площади, соотношения сторон поля остекления и величины ветровой нагрузки с учетом всех ее составляющих. Конструкции окон, витражей и навесных светопрозрачных фасадных конструкций и характеристики стекол должны обеспечивать их безопасную эксплуатацию. Закладные детали и соединительные элементы необходимо защищать от коррозии путем замоноличивания бетоном, класс которого не ниже проектного класса бетона несущих конструкций здания.

- КОНСТРУКТИВНЫЕ УЗЛЫ И ДЕТАЛИ ЗДАНИЯ.

Свайные фундаменты это наиболее распространенные фундаменты высотных зданий. Именно такие конструкции и обеспечивают оптимальную передачу на основание больших нагрузок от стен и колонн многоэтажных зданий. (Рисунок 10.1) Прочность соединения конструкции ростверка со сваем обеспечивают заделкой торца сваи в бетон ростверка. Ростверк из сборного железобетона соединяется со сваями через оголовок, который устанавливается на сваю и с помощью закладных деталей закрепляется с ростверком.

Плитные фундаменты могут применяться при высотном строительстве в случае если имеются значительные нагрузки от здания. (Рисунок 10.2)

Для зданий с большими нагрузками, а также для использования его подземного пространства применяются коробчатые фундаменты. Ребра такой плиты выполняются на полную высоту подземной части здания и жестко соединяются с перекрытиями, образуя таким образом замкнутые, различной конфигурации сечения. Горизонтальные конструктивные элементы здания, расчленяющие его на отдельные этажи, определяются как «перекрытия здания». Они придают сооружению пространственную жесткость, а также обеспечивают тепло и звукоизоляцию помещений, одновременно выполняя несущие и ограждающие функции. Несущие конструкции перекрытий жилого высотного здания рекомендуется выполнять из монолитного железобетона класса не ниже В25 следующих типов:

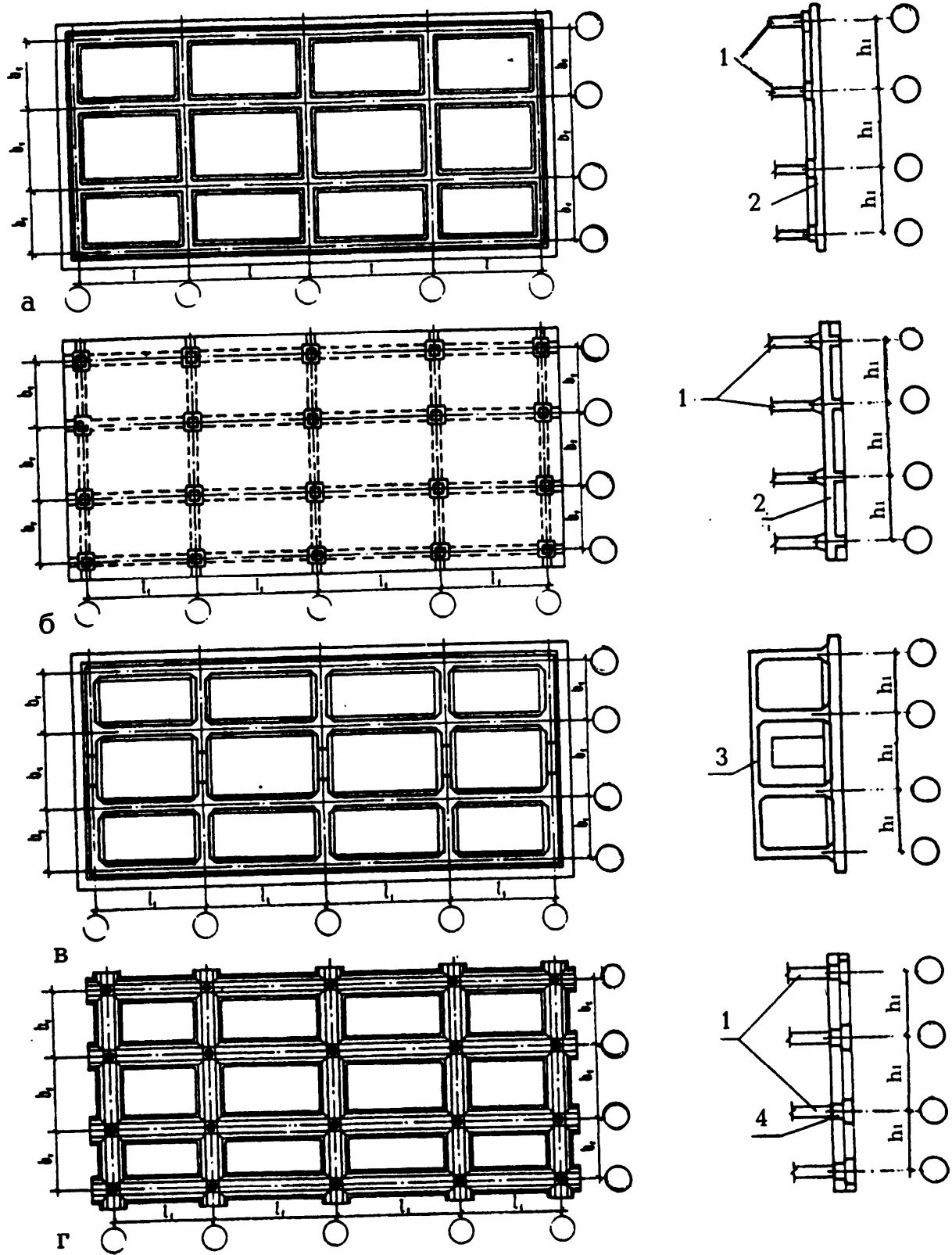
- плоские безбалочные;
- ребристые.

Конструктивные решения перекрытий (размеры сечения и армирование) следует определять расчетом в зависимости от расстояний между вертикальными опорами, вида опирания и типа перекрытий, а также с учетом обеспечения необходимого предела их огнестойкости. (Рисунок 10.3)

При расчете несущих конструкций перекрытий следует учитывать также дополнительные усилия, возникающие вследствие разности вертикальных деформаций в стенах и колоннах при их расположении в непосредственном соседстве. Конструкция перекрытия совместно с полом должна обеспечивать требования звукоизоляции от воздушного и ударного шума, согласно действующих норм. На основании теплотехнических требований СНиП II-3-79*, СП 23-101-2000, наружные стены высотных зданий выполняют, как правило, слоистыми с применением эффективного утеплителя. В качестве эффективного утеплителя рекомендуется применять, негорючие материалы, например, минераловатную плиту с базальтовым волокном и коэффициентом теплопроводности $\lambda < 0,05 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$. Допускается применение и горючего утеплителя при условии его соответствующей защиты. (Рисунок 10.6) В зависимости от конструктивной схемы здания наружные стены могут быть навесными или несущими из отдельных элементов, а также из трехслойных панелей заводского изготовления. Несущие наружные стены рекомендуется изготавливать из монолитного или сборного железобетона класса не ниже В25.

Фасадный слой наружных стен жилых высотных зданий следует выполнять из различных материалов с разными видами отделки, имеющими долговечность согласно расчетному сроку службы здания, либо межремонтному сроку эксплуатации и соответствующему его архитектурному облику. Применение для этой цели конкретной конструкции навесной фасадной системы с вентилируемым зазором должно быть согласовано в установленном порядке.

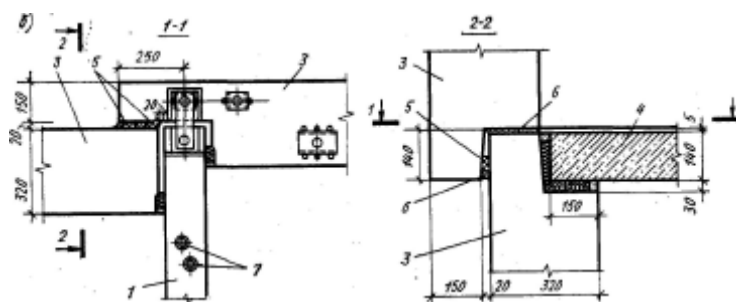
Окна и балконные двери высотных зданий следует выполнять с воздухопроницаемостью не более допустимых значений, приведенных в таблице 12 СНиП II-3-79*. Окна следует оборудовать регулируемыми приточными вентиляционными устройствами.



а, б – с ребрами вверх (а), вниз (б), в – коробчатый, г – перекрестные ленты;

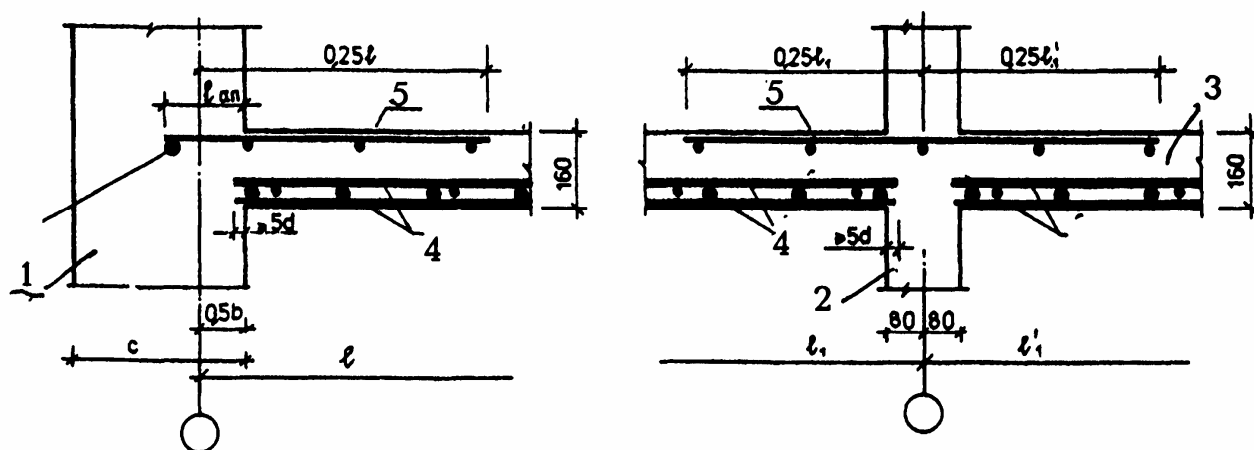
Рисунок 10.2 Плитные фундаменты

Для обеспечения требуемой огнестойкости перекрытий следует применять конструктивное армирование пролетов плит в верхней зоне. (Рисунок 10.4)



1 – внутренняя стеновая панель, 2 – сборно-монолитная диафрагма жесткости, 3 – навесные керамзитобетонные панели, 4 – плита перекрытия, 5 – уплотнение (гермит), 6 – раствор, 7 – стояки отопления.

Рисунок 10.3 - Узел сопряжения стеновых панелей с перекрытием

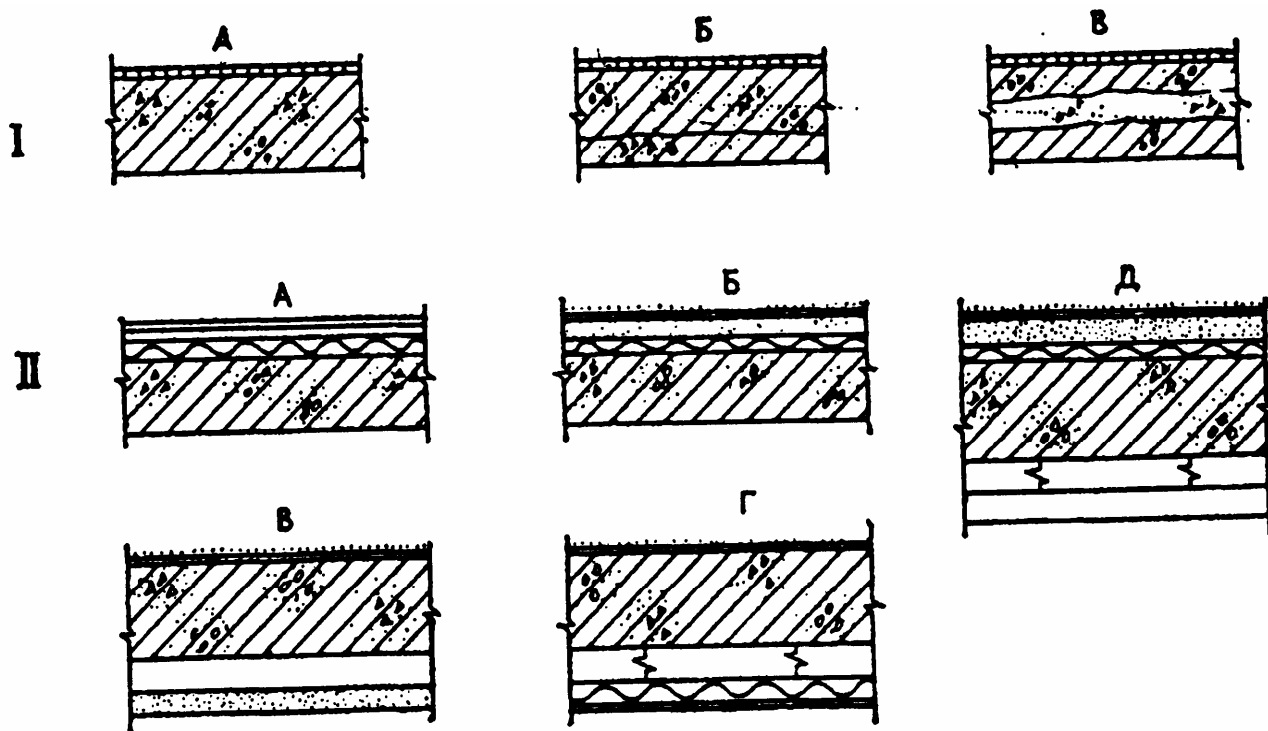


1 – наружная стена, 2 – внутренняя стена, 3 – монолитная плита перекрытия, 4 – нижнее армирование, 5 – верхнее армирование (на опорах).

Рисунок 10.4 - Монолитные неразрезные перекрытия, защемленные в наружных и внутренних стенах.

Окна, включая окна остекления лоджий и балконов, следует рассчитывать на сопротивление ветровой нагрузке, при этом толщину стекол в зависимости от размеров поля остекления и класса изделий по сопротивлению ветровой нагрузке выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 23166-99.

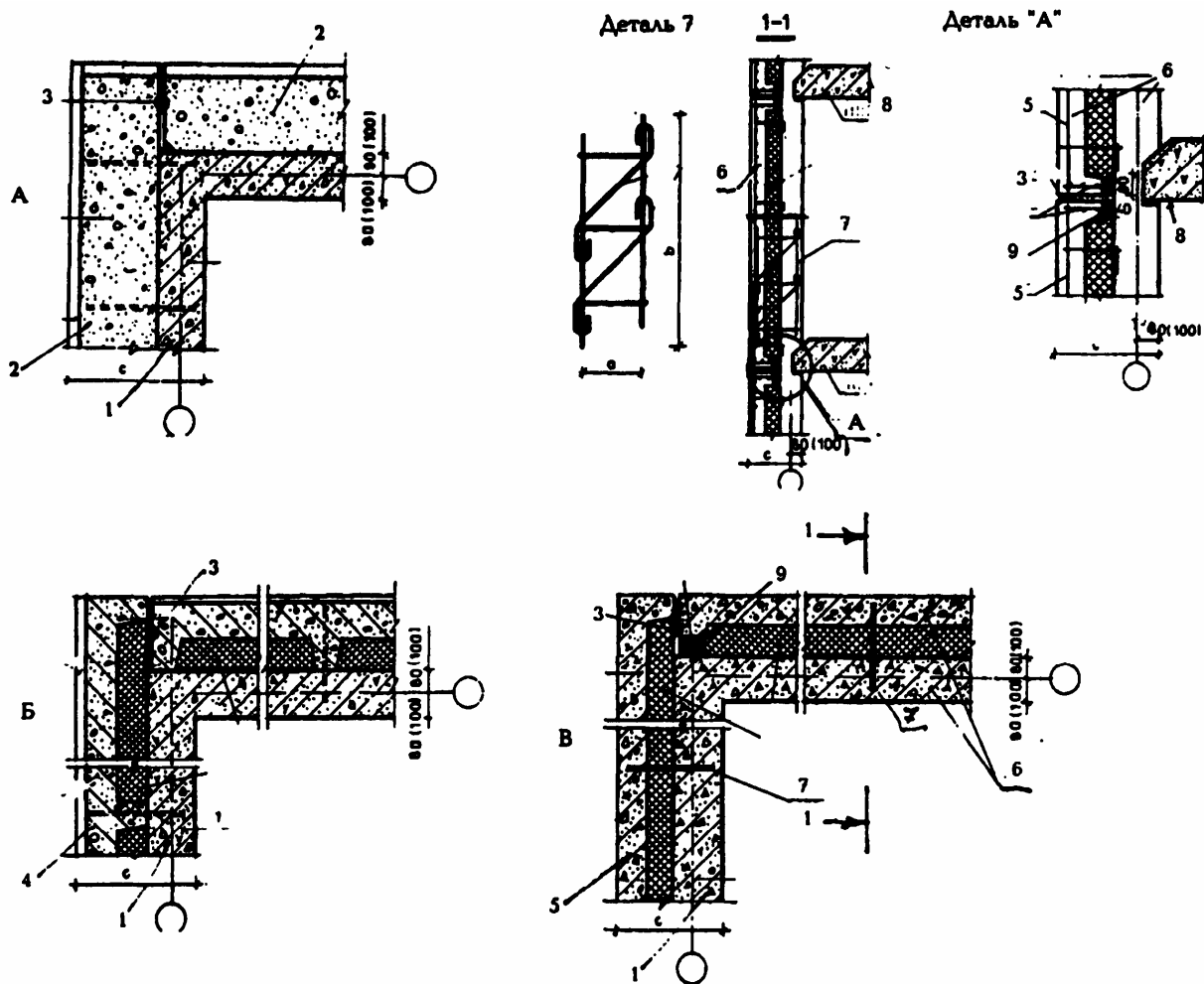
Крышу жилого высотного здания следует проектировать с внутренним водостоком и несущей частью из монолитного железобетона. При плоской крыше несущую часть покрытия рекомендуется выполнять из железобетона класса не ниже В25, толщину плиты определяют по расчету с учетом нагрузки от аварийно-спасательной кабины пожарного вертолета.



I – акустические однородные перекрытия по одно, двух и трехслойным железобетонным панелям (А,Б,В); II – акустически неоднородные перекрытия со слоистым полом, с отдельным полом, с отдельным самонесущим полом, с отдельным подвесным потолком, с отдельным полом и потолком.(А,Б,В,Г,Д).

Рисунок 10.5 - Принципиальные схемы звукоизоляции междуэтажных перекрытий.

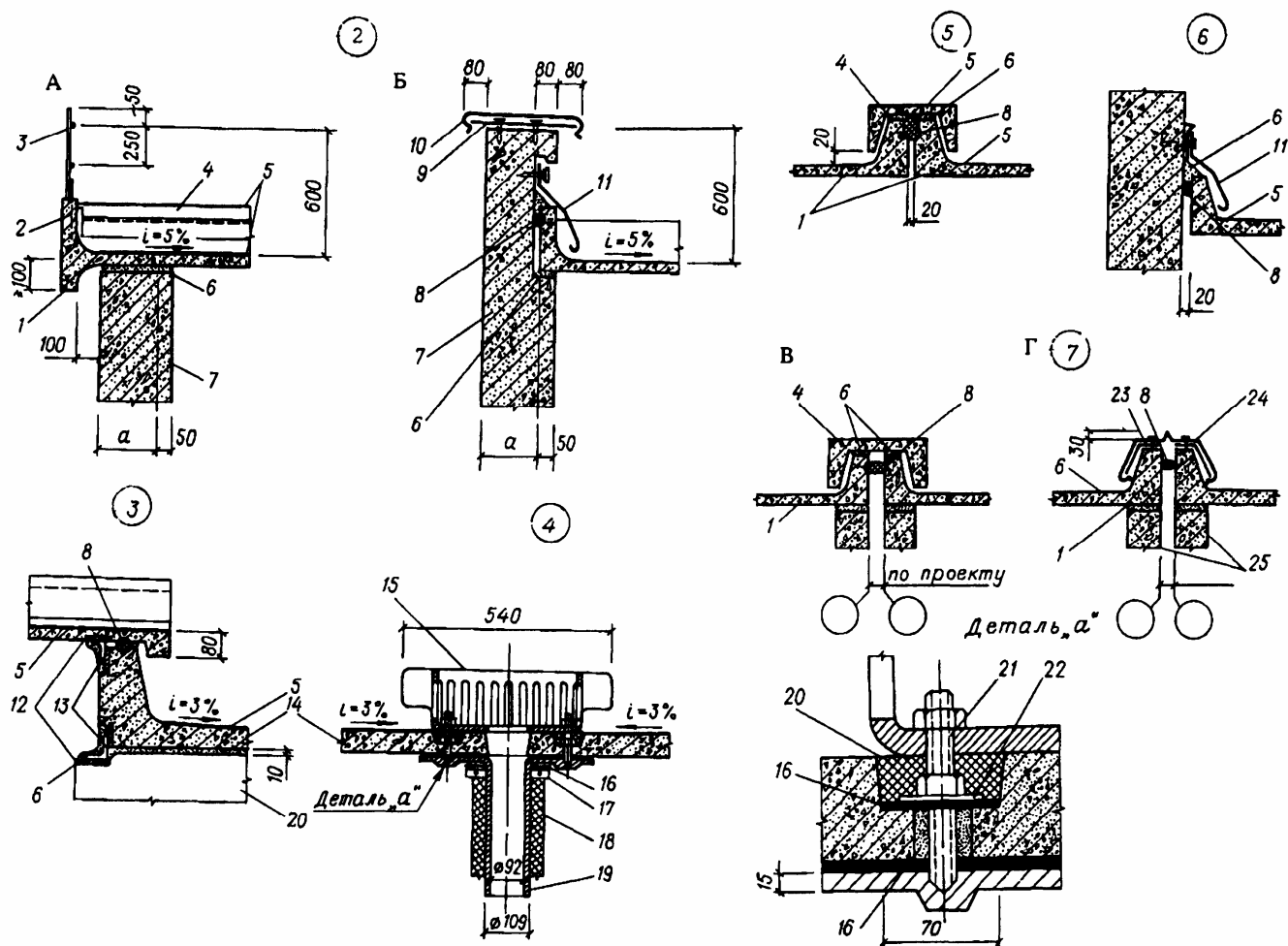
В качестве утеплителя следует применять жесткий негорючий материал, например, жесткую минераловатную плиту с базальтовым волокном, с коэффициентом теплопроводности $\lambda < 0,05 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ и толщиной согласно теплотехнического расчета. По утеплителю рекомендуется устраивать армированную стяжку, а по стяжке укладывать гидроизоляционный ковер. (Рисунок 10.7) В последние десятилетия расширяется внедрение нового типа эксплуатируемой крыши – «зеленой крыши», с верхним грунтовым слоем, покрытием дерном или мелким кустарником.



А – однослойная из легкого бетона, Б – двухслойная из конструктивного легкого бетона с эффективным утеплителем, В – то же из тяжелого бетона; 1- внутренний слой наружной стены из монолитного бетона, 2 – однослойная панель – скорлупа, 3 – герметик, 4 – двухслойная панель, 5 – то же из тяжелого бетона, 6 – тяжелый бетон, 7 – стальной оцинкованный каркас, 8 – перекрытие, 9 – эффективный утеплитель.

Рисунок 10.6 - Монолитные наружные стены с утепляющими и отделочными наружными навесными панелями скорлупами;

Число слоев рулонного ковра принимают на один больше, чем при неэксплуатируемой крыши. На поверхность ковра наносят слой горячей мастики, антисептированной гербицидами. Они защищают ковер от прорастания семян и спор, заносимых на крышу ветром.



1 – кровельная панель, 2 – анкерный выпуск, 3 – стойка ограждения, 4 – П-образная плита-нащельник, 5 – гидроизоляция, 6 – цементно-песчаный раствор, 7 – фризная панель, 8 – герметик, 9 – кровельные костыли с шагом 600мм, 10 – оцинкованная кровельная сталь. 11 – защитный фартук из оцинкованной стали, 12 – закладная деталь, 13 – стальной соединительный элемент, 14 – лотковая панель, 15 – водосточная воронка, 16 – уплотняющая прокладка из пористой резины, 17 – зажимной хомут воронки, 18 – маты минераловатные прошивные. 19 – труба спускная водосточной воронки, 20 – мастика, 21 – шпилька, 22 – шайба, 23 – стальная полоса, 24 – компенсатор, 25 – внутренние панели чердака.

Рисунок 10.7 Узлы конструкций безрулонной кровли с холодным чердаком.

- РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Состав чертежей проекта должен соответствовать заданию на проектирование, выданному руководителем. Перед началом работы необходимо обдумать размещение отдельных чертежей на листах, добиваясь ясной читаемости отдельных деталей, выносок, размеров, выявления главного содержания.

На планах этажей должны быть даны осевые размеры; привязки основных конструктивных элементов. Названия помещений приводятся непосредственно на планах или в экспликации. Помимо конструктивных элементов, на планах указываются санитарно-техническое, гардеробное оборудование вентиляционные каналы.

Работая над фасадом высотного здания, необходимо одновременно решать объемно-пространственную композицию, функциональную и конструктивную структуру здания. Выразительность фасада здания может быть достигнута за счет пропорционального построения структурных частей здания таких, как залы, лестнично-лифтовые узлы, переходы и т.д. Большую роль играет и выбор разрезки наружных стен. В отдельных случаях при соответствующем технико-экономическом или эстетическом обосновании могут применяться другие виды разрезки. На фасадах здания следует выявить структуру применяемых конструкций.

Список использованных источников

1. Рафайнер, Ф. Высотные здания. Объемно-планировочные и конструктивные решения / Ф. Рафайнер; пер. с нем. Л. Э. Балановского. – М. : ООО НПК МГСУ Технопарк «Строительство», 2006. – 391с.
2. Шуллер, В. Конструкции высотных зданий / В. Шуллер ; пер. с англ. Л. Ш. Килимника. – М. : « Астрель », 2004. – 202с.
3. Маклакова, Т.Г. Высотные здания; учебное пособие. / Т. Г. Маклакова. – М. : АСВ, 2006. – 196с.
4. Ларионов, Ю.В. Введение в архитектурное проектирование; учебное пособие. / Ю. В. Ларионов. – М. : СамГАСУ, 2007. – 154с.
5. Шеина, Т. В. Современные архитектурно-строительные материалы; учебное пособие. / Т. В. Шеина. – М. : СамГАСУ, 2006. – 146с.
6. Байер, В. Е. Архитектурное материаловедение; учебник для вузов. / В. Е. Байер. – М. : « Архитектура – С », 2007. – 231с.

