

Конструктивная схема здания

Ханджи В.В. Расчет многоэтажных зданий со связевым каркасом. 1977 г. Глава 4 "Общая устойчивость зданий и влияние деформаций на усилия в пилонах"

Рамный каркас

В рамном каркасе основные несущие функции выполняет система колонн и ригелей, расположенных в двух направлениях. Ригели жестко соединены с колоннами и образуют пространственную систему, состоящую из плоских рам.

Рамы ¹⁾ воспринимают всю совокупность действующих на здание вертикальных и горизонтальных нагрузок и передают их фундаментам.

Усилия в плоскости дисков перекрытий возникают только при необходимости перераспределения горизонтальных нагрузок между разножесткими рамами. В нормально закомпонованных зданиях усилия невелики и свободно воспринимаются дисками перекрытий.

В монолитных ²⁾ железобетонных конструкциях жесткое соединение ригелей с колоннами дает некую экономию материалов.

Связевый каркас

В связевом каркасе основные несущие конструкции образуются системой колонн, горизонтальных дисков – перекрытий и вертикальных элементов – диафрагм (пилонов).

Роль перекрытий в системе несущих конструкций значительно возрастает. Помимо основной работы на вертикальные нагрузки перекрытия воспринимают действующие на здание горизонтальные силы и передают их диафрагмам, перераспределяют усилия между диафрагмами в зонах изменения их схемы и соотношения жесткостей, участвуют в совместной работе надземной части здания с фундаментами. При больших расстояниях между диафрагмами или между крайними диафрагмами и торцами здания усилия в плоскости перекрытий могут быть довольно большими.

Характерная особенность связевого каркаса – узлы соединения ригелей с колоннами. С точки зрения статической схемы эти узлы могли бы быть шарнирными.

Диафрагмы

Диафрагмы воспринимают часть вертикальных и все горизонтальные нагрузки, действующие на здание, и передают их фундаментам. Обеспечивают общую устойчивость здания, а их жесткость определяет значение перемещений несущих конструкций и здания в целом.

По статической схеме диафрагмы представляются в виде консольных элементов, заземленных в фундаментах. Иногда ³⁾, чтобы увеличить жесткость и общую устойчивость

здания, пилоны объединяют связями в одном или нескольких уровнях по высоте здания. Эти связи выполняют в виде монолитных железобетонных балок или стальных ферм высотой в один этаж. При таком объединении совокупность диафрагм образует пространственную рамную систему.

Смешанный каркас

Смешанной называют схему, основанную на использовании рамных конструкций в одном направлении (обычно поперечном) и передаче горизонтальных нагрузок другого направления на связи. Эта схема распространена в промышленном строительстве (к монолиту не применима).

Рамно-связевой каркас

Рамно-связевая система каркаса основана на сочетании рамных конструкций с диафрагмами.

Опыт проектирования зданий такой системы показывает, что системы диафрагм воспринимают 85-95% горизонтальных нагрузок и при небольшом усилении могут принять на себя все горизонтальные силы.

Применение рамно-связанных систем наиболее целесообразно при использовании в несущих конструкциях стали и монолитного железобетона, и как следствие образования жестких узлов без дополнительных затрат труда.

Примечание: Предлагаемый в книге Ханджи метод расчета ориентирован на многоэтажные здания со связевым каркасом. Несмотря на это он может быть использован и при расчете рамно-связевых систем. для этого следует либо в запас прочности не учитывать работу рам и все горизонтальные нагрузки воспринимать пилонами, либо имитировать рамы пилонами эквивалентной жесткости.

Компоновка каркаса здания

Размещение диафрагм

Выбор решения возникающих при этом противоречий (с архитектурными решениями) обусловлен высотой проектируемого здания.

Низкие каркасные здания - высота до 30...40 м

Положение диафрагм может быть подчинено оптимальному архитектурно-планировочному решению. Совокупность диафрагм должна обеспечить прочность, жесткость и общую устойчивость здания, однако схема их размещения может быть произвольной.

Допустимо перемещение диафрагм по высоте с одних осей на другие при обеспечении конструктивных мероприятий по передаче возникающих при этом усилий.

Усложнение конструкции и увеличение расхода материалов, вызванное произвольным размещением диафрагм, в невысоких зданиях полностью окупается улучшением планировки.

Средние каркасные здания - высота 35...75 м

В этой группе зданий следует стремиться к оптимальному размещению диафрагм, однако здесь возможно некоторое небольшое отступление, если это существенно улучшает планировку.

Высокие каркасные здания - высота более 70-80 м (высотные здания)

Положение диафрагм должно соответствовать излагаемым ниже требованиям (правилам) к их размерам и размещению в плане и должно быть оптимальным.

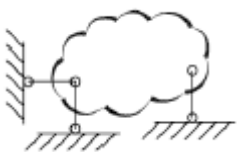
Отступления ⁴⁾ от этих требований значительно усложняют конструкции и ухудшают их работу. В связи с этим при компоновке высотных зданий первенство должно быть отдано размещению диафрагм, даже если при этом архитектурно-планировочному решению наносится некоторый ущерб.

Правила компоновки системы диафрагм

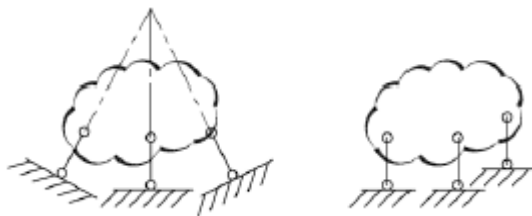
Система пилонов и архитектурно-планировочное решение здания должны быть максимально взаимосвязаны. В процессе увязки приоритет определяется в зависимости от высоты здания.

При компоновке высоких (более 70-80 м) и средних зданий (35-75 м) по высоте зданий следует стремиться к минимальному числу диафрагм. **Необходимая прочность и жесткость здания легче достигается увеличением размера диафрагм, а не их числа.** Увеличивать количество пилонов по сравнению с минимально необходимым целесообразно только в зданиях с протяженным планом, когда лимитирующим параметром оказываются расстояния между пилонами.

Минимально необходимой и достаточной для обеспечения геометрической неизменяемости здания (согласно правила прикрепления твердых тел и систем) является система диафрагм, в состав которой входит не менее трех стен, плоскости которых не пересекаются на одной прямой и не параллельны.



Геометрически неизменяемая система



Мгновенно изменяемая система

(могут возникать усилия теоретически бесконечно большие или неопределенные)

Оптимальна такая компоновка здания, при которой центр массы и центр изгиба здания совпадают в плане и через эту же точку проходят равнодействующие ветровых нагрузок. Следует стремиться к тому, чтобы расстояние между центром массы и центром изгиба было минимальным.

Размеры поперечных сечений пилонов, не имеющих развитых фибр, следует назначать не менее $1/6 \dots 1/8$ высоты надземной части здания.

В зданиях с протяженным планом расстояния между параллельными стенами пилонов следует принимать не более 30 м, расстояние от стены крайнего пилона до крайней оси – не более 12 м. При этом увеличивается количество диафрагм – лимитирующим является параметр расстояния между диафрагмами.

Полезные ссылки

- [Объемно-планировочные и конструктивные решения многоэтажных зданий](#)
- [Economic Concrete Frame Elements to Eurocode 2](#) - Справочник для подбора типа перекрытия (плоские, балочные, капитальные, кессонные и т.п.)

[конструктивная схема, диафрагмы, связевый каркас, смешанный каркас, рамно-связевый каркас, Тут](#)

¹⁾ При безбалочных перекрытиях, функцию ригеля рамы выполняет перекрытие. См. метод заменяющих рам Залесова

²⁾ См. преимущества монолитного ж.б. в Оксановиче. См. сайт Прокуратова – применение безбалочных перекрытий, перекрытий с капителями в зависимости от шага несущих конструкций

³⁾ Для зданий повышенной этажности, высотных зданий устраивают жесткие этажи. Возможно устройство промежуточных жестких этажей для перераспределения усилий с вышележащих конструкций на нижележащие, при изменении шага колонн (диафрагм) – 10 этажей жилья, жесткий тех. этаж (цоколь) и два подземных этажа паркинга

⁴⁾ Указать ссылки на азиатский опыт проектирования высотных зданий, с переходными этажами и элементами – применение балок стенок, переходных колонн