

Лекция 5

КОНЦЕПЦИЯ СЕЙСМОСТОЙКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

5.1. Общая информация

5.2. Фундаментальные принципы конструирования сейсмостойких зданий

5.1. Общая информация

Концептуальное проектирование имеет важное значение для надежности конструкций зданий и сооружений.

При определении сейсмостойкой конструктивной схемы необходимо учитывать форму, симметричность, монолитность и т. д., правильно оценивать уровень нагружения конструкции, жесткость, упругость и пластичность материала при сейсмических воздействиях.

В оптимальном варианте на ранних этапах проектирования должно осуществляться взаимодействие архитекторов и инженеров-конструкторов, при котором они обсуждают выбранные формы здания или сооружения, внутреннее пространственное расположение, отказываются от неудобных или несимметричных схем.

5.2. Фундаментальные принципы конструирования сейсмостойких зданий

В наиболее общем виде фундаментальные принципы конструирования сейсмостойких зданий формулируются следующим образом.

1. Принцип симметрии: веса и жесткости в конструкции должны быть распределены равномерно и симметрично относительно плоскостей симметрии, проходящих через центр тяжести сооружения.

Конструктивная несимметричность зданий приводит к снижению их сейсмостойкости, что может стать причиной локальных разрушений или полного обрушения.

Предпочтительно, чтобы здания имели симметричную в плане форму. При несимметричной форме необходимо ограничивать размеры выступов, а также стараться не применять вытянутых в плане конструктивных решений. Из опыта проектирования назначаются рекомендованные соотношения сторон здания (рис. 5.1).

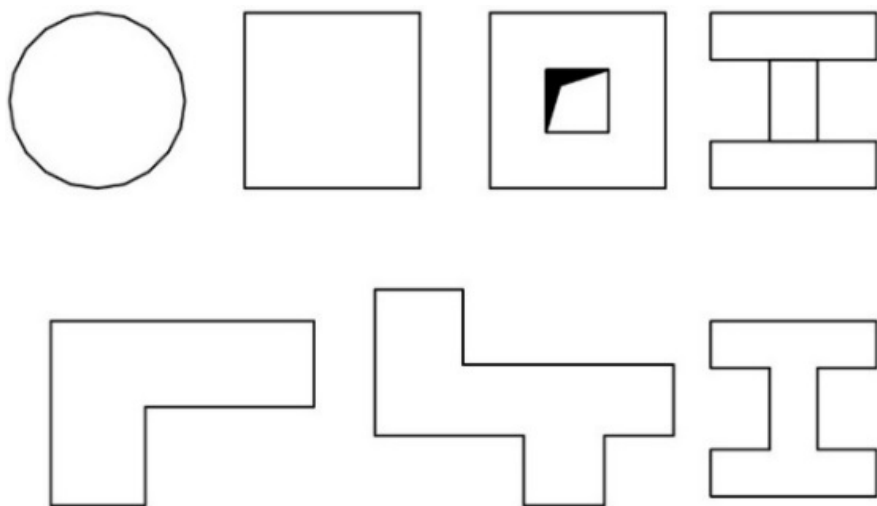


Рис. 5.1. Планировочные компоновки зданий: рекомендуемые (вверху), нерекондуемые (внизу)

Расположение конструкций должно выбираться из условия снижения крутящих моментов и образования меньших эксцентриситетов при сейсмическом воздействии.

Внутренняя планировка здания должна способствовать симметричному и равномерному распределению жесткостей несущих элементов и масс. Здесь особую роль выполняют междуэтажные перекрытия и покрытия, которые должны связать по

горизонталь несущие стены и тем самым обеспечить распределение сейсмической силы в пределах одного этажа. Опыт показывает, что те здания, перекрытия которых недостаточно связаны с несущими стенами, при землетрясениях имеют более значительные повреждения.

Общая площадь отверстий в перекрытиях не должна превышать 30 %, отверстие в перекрытии не должно быть больше половины ширины перекрытия.

Вертикальная жесткость здания должна изменяться постепенно и в нижней части иметь максимальное значение. Вертикальная жесткость этажа должна быть не менее 70 % жесткости следующего этажа. Вертикальные выступающие части нужно ограничивать по размерам.

2. Принцип антитяжести: необходимо делать сооружение как можно более легким, с центром тяжести, расположенным как можно ниже (рис. 5.2).

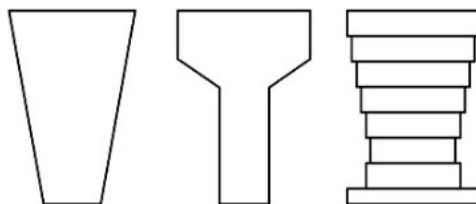


Рис. 5.2. Неудачное расположение центра тяжести зданий

3. Принцип эластичности: материалы в конструкции желательно применять прочные, легкие, обладающие упругими свойствами, конструкции из них должны иметь однородные свойства.

4. Принцип замкнутого контура: несущие элементы конструкции должны быть связаны между собой, образуя замкнутые контуры как в вертикальном направлении, так и в горизонтальном.

Конструктивное решение таких контуров должно обеспечить независимую работу каждого из них при сейсмических колебаниях. Это достигается за счет антисейсмических швов, которые с целью экономии следует объединять с температурными и осадочными швами.

дочными. В зависимости от конструктивных решений зданий антисейсмические швы осуществляются путем постановки парных стен, парных рам, также возможно предусмотреть консоли, выступающие в уровне перекрытий контактирующих отсеков, но не связанных друг с другом (рис. 5.3).

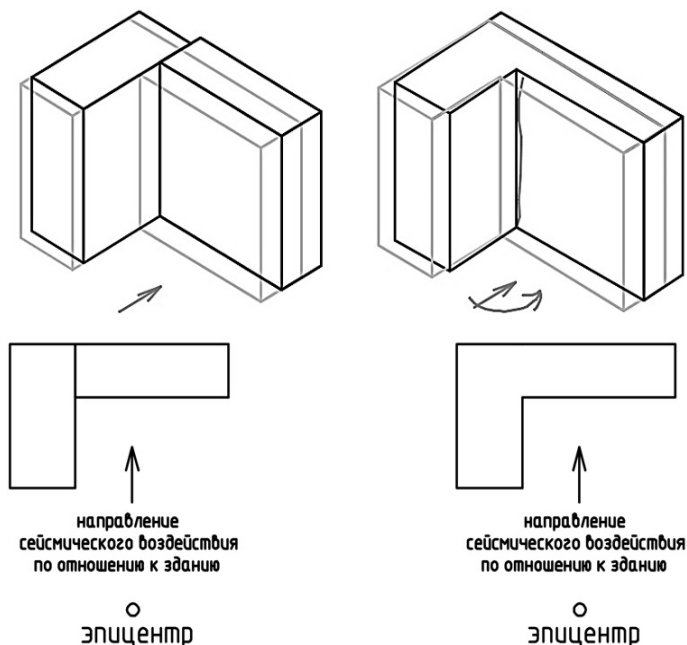


Рис. 5.3. Влияние антисейсмических швов на сейсмостойкость

Как видно из рисунка, при отсутствии антисейсмического шва помимо поступательного смещения наблюдается поворот (за счет разной массы и конфигурации частей здания), вследствие чего образуются трещины в месте стыка двух блоков.

Ширина антисейсмического шва определяется расчетом и не должна быть менее удвоенной суммы максимальных горизонтальных смещений элементов разделяемых контуров.

5. Принцип фундаментальности: фундаменты сейсмостойких конструкций должны быть прочными, достаточно глубоко

заложенными, желательно на податливых прослойках или специальных субструкциях, заменяющих плохие грунты, для обеспечения однородности и прочности грунтового основания.

Одним из важных факторов, определяющих форму деформаций зданий, является качание зданий, которое возникает от поворота здания как жесткого тела относительно центра его основания. Это явление возникает в слабых податливых грунтах и может играть значительную роль при оценке расчетных сейсмических сил. На жесткие системы податливость основания сказывается в общем благоприятно, так как при этом увеличивается период собственных колебаний, а следовательно, снижается коэффициент динамичности. Но не следует забывать, что не всякая податливость основания дает положительный эффект. Примером обратного результата могут быть последствия землетрясения в Ниигате (Япония), где неповрежденные здания сильно наклонились или опрокинулись из-за чрезвычайно больших деформаций грунта.



Рис. 5.4. Опрокидывание зданий в Ниигате при сейсмических нагрузках из-за деформаций грунта

6. Принцип сейсмоизоляции: применять устройства, снижающие интенсивность колебательных процессов, передаваемых от грунта на здание. Системы активной и пассивной сейсмозащиты зданий и сооружений будут рассмотрены позже.

7. Принцип гарантированного качества выполнения СМР. Низкая квалификация строителей может свести на нет все заложенные в проект конструктивные мероприятия по обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений. Допущенные смещения при опирании конструкций друг на друга, отклонения по вертикали от проектного положения, некачественное бетонирование, смещение арматурных стержней и другие оплошности могут привести к возникновению дополнительных эксцентриситетов приложения нагрузки, а следовательно, к увеличению значений изгибающих и крутящих моментов, что может привести к обрушению конструкций.

Характерные смещения строительных конструкций, допущенные при монтаже, приведены на рис. 5.5 – 5.7.

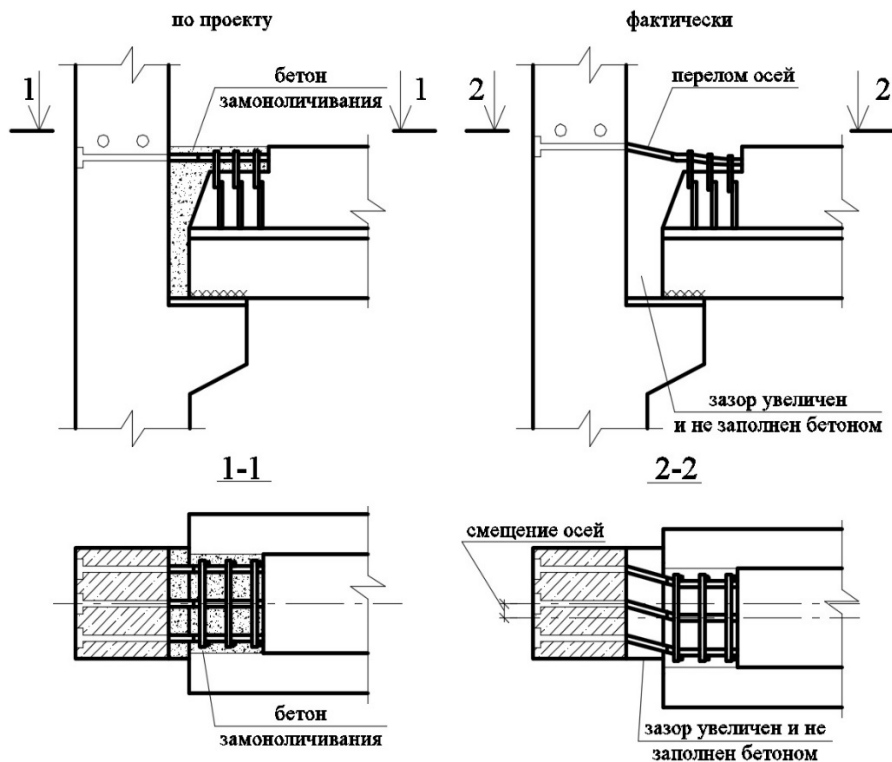


Рис. 5.5. Смещение ригеля относительно колонны каркаса

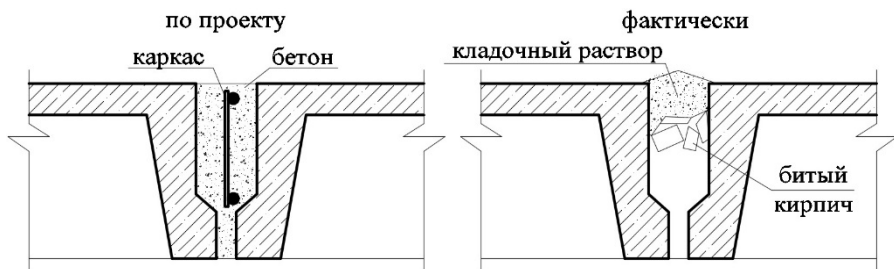


Рис. 5.6. Исполнение швов между плитами покрытия с нарушениями проекта

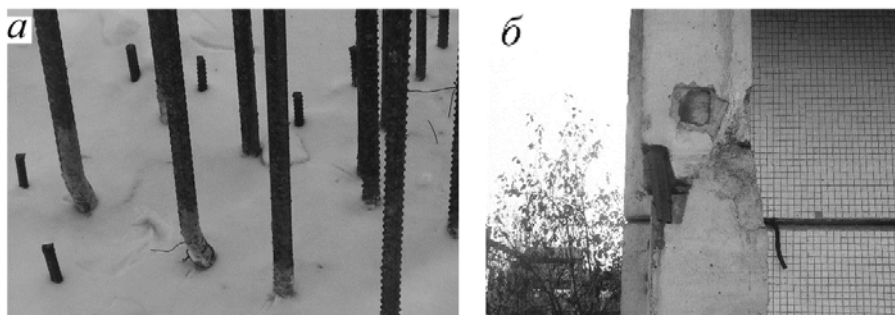


Рис. 5.7. Нарушение геометрического положения стержней арматуры монолитных пилонов жилого дома на стадии строительства (а), смещение колонн смежных этажей относительно друг друга (б)

Вопросы и задания для самопроверки

1. Охарактеризуйте недостатки несимметричных зданий при сейсмических воздействиях.
2. Где должен располагаться центр тяжести сейсмостойких зданий и сооружений?
3. Какими должны быть фундаменты и грунты сейсмостойких зданий и сооружений?
4. Как влияет качество выполнения строительномонтажных работ на сейсмостойкость зданий и сооружений?