

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ В СЕЙСМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ РАЙОНАХ

Сорока Н.Н., к.т.н., доц.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса, Украина*

Одесский регион является достаточно сложной в инженерно-геологическом отношении территорией для строительства. К факторам, определяющим эту сложность, относятся близко расположенные разломы, сейсмическая опасность [1], неблагоприятные геологические условия (грунты III – IV категории по сейсмическим свойствам), подземные выработки (катакомбы), оползневые склоны, наличие высокого уровня грунтовых вод (подтопление территории). Вместе с тем, г. Одесса и близлежащие территории являются очень привлекательными для застройщиков. С учетом достаточно высокой стоимости земельных участков заказчики строительства стараются максимально их использовать, увеличивая этажность возводимых зданий.

Повышение фоновой сейсмичности в Одесском регионе до 7 баллов [1] привело к повышению требований к архитектурно-планировочному и расчетному обоснованию проектирования зданий и сооружений. При этом далеко не все проектировщики понимают важность выполнения детальных расчетов зданий и сооружений на самых ранних этапах проектирования. Большой опыт проектирования в не сейсмических районах, когда основной нагрузкой являлась вертикальная нагрузка, позволял проектировщикам быстро, на основании прикидочных расчетов утверждать стадию «П» проекта. Более точные расчеты на следующей стадии проектирования не приводили к серьезному изменению проекта. При наличии сейсмического воздействия прикидочные расчеты на стадии «П» совсем не гарантируют отсутствия серьезных изменений в проекте после выполнения полных расчетов на основании пространственной расчетной модели здания с учетом ее взаимодействия с основанием. В результате возникает необходимость изменить проектное решение (в основном, изменения связаны с количеством и расстановкой диафрагм жесткости, колонн, свай). В этой ситуации требуется новое утверждение измененного проектного решения в соответствующих инстанциях, что связано увеличением сроков строительства и с дополнительными финансовыми расходами.

Примером нерационального расположения несущих конструкций может служить проект 16-ти этажного здания, план типового этажа которого представлен на рис. 1. В качестве вертикальных несущих конструкций здания запроектировано мощное ядро жесткости, ряд колонн и две диафрагмы жесткости в поперечном направлении. Так как колонны очень слабо работают на горизонтальную нагрузку, то всю горизонтальную нагрузку в продольном направлении воспринимает ядро жесткости. В результате в нижней части ядра жесткости и в ростверке по расчету получается очень большое армирование (рис. 2). Для приведения армирования в норму потребовалось установить дополнительные диафрагмы жесткости в продольном направлении.

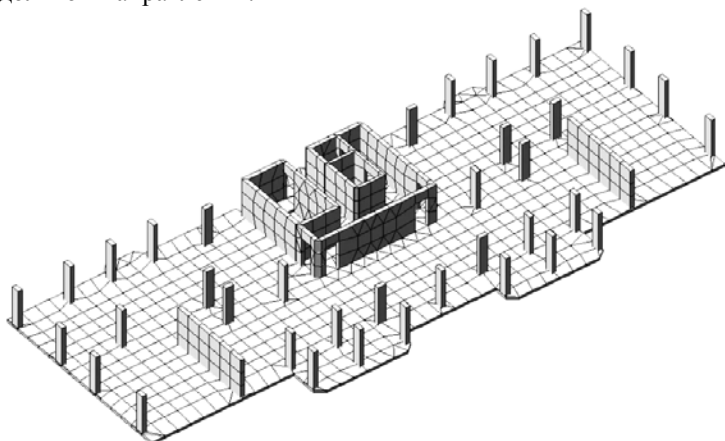


Рис. 1. План типового этажа многоэтажного здания

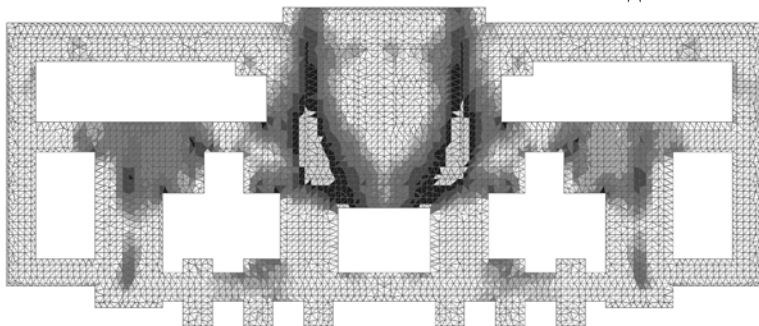


Рис. 2. Нижнее армирование ростверка по оси X

В практике строительства имеется достаточно примеров, когда в рядом стоящих секциях здания верхняя часть разделена швом, а фундамент является общим. На рис. 3 представлена расчетная модель правой секции здания, запроектированного по схеме безригельного каркаса на свайном основании с ростверком в виде сплошной

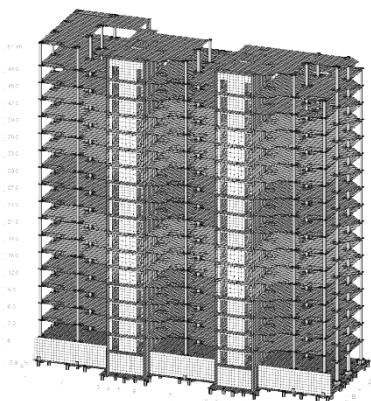


Рис. 3. Расчетная модель секции

железобетонной плиты. Левая секция – располагается симметрично относительно разбивочной оси 1. В процессе расчета рассмотрено два варианта – отдельно стоящая секция и две секции с общим фундаментом. Расчет показал равенство периодов колебаний первого и второго вариантов модели (табл.1). Для данного здания первая и третья формы собственных колебаний – кручение, вторая форма – поступательные колебания в поперечном направлении. В

варианте расчета двухсекционного здания с общим фундаментом при одинаковом периоде колебаний наблюдается две собственные формы – симметричная и кососимметричная.

Таблица 1. Первые формы колебаний двухсекционного здания

Период колебаний (с)	Отдельно стоящая секция	Секции с общим фундаментом
2,370		
2,365	-	
2,214		
2,212	-	
1,746		
1,745	-	

На рис. 4 сравнивается нижнее армирование ростверка по оси симметрии для двух вариантов расчетной модели здания. Верхнее армирование ростверка примерно одинаковое. В продольном направлении в случае «а» требуется сетка $\varnothing 25$ с шагом 200мм, в случае «б» - сетка $\varnothing 16$ с шагом 200мм. В поперечном направлении в случае «а» требуется сетка $\varnothing 28$ с шагом 200мм, в случае «б» - сетка $\varnothing 22$ с шагом 200мм. Меньшее армирование ростверка в варианте «б» свидетельствует в пользу устройства антисейсмического шва.

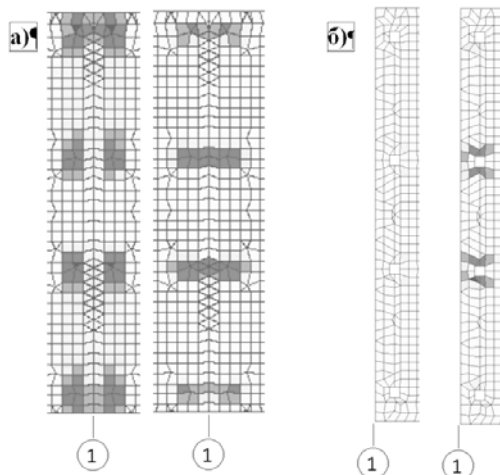


Рис. 4. Нижнее армирование ростверка в продольном и в поперечном направлениях. а - двухсекционное здание на сплошном ростверке; б - отдельная секция здания

Стремясь удешевить строительство и ускорить сроки возведения зданий, строительные фирмы повсеместно вводят новые технологии производства работ. Одной из таких технологий является использование туннельной опалубки. При этом получаем здание с одной внутренней продольной несущей стеной и несколькими поперечными стенами (рис. 5а)[3]. В силу того, что в сейсмических районах в зданиях с внутренними несущими стенами требуется не менее двух продольных стен [1] здание с одной продольной несущей стеной следует отнести к категории экспериментальных, подлежащих обязательному научно-техническому сопровождению. Расчет данного здания показал, что первая форма собственных колебаний является крутильной (рис. 5б). Наличие большого количества проемов в стенах с учетом того, что надпроемные части стен (перемычки) при сейсмических воздействиях разрушаются, превращает стены в отдельные столбы, объединенные только перекрытиями, т.е. меняется конструктивная схема здания. Для ухода от крутильных форм колебаний было рекомендовано образовать на торцах здания ядра жесткости путем установки дополнительных несущих стен (рис. 5д).

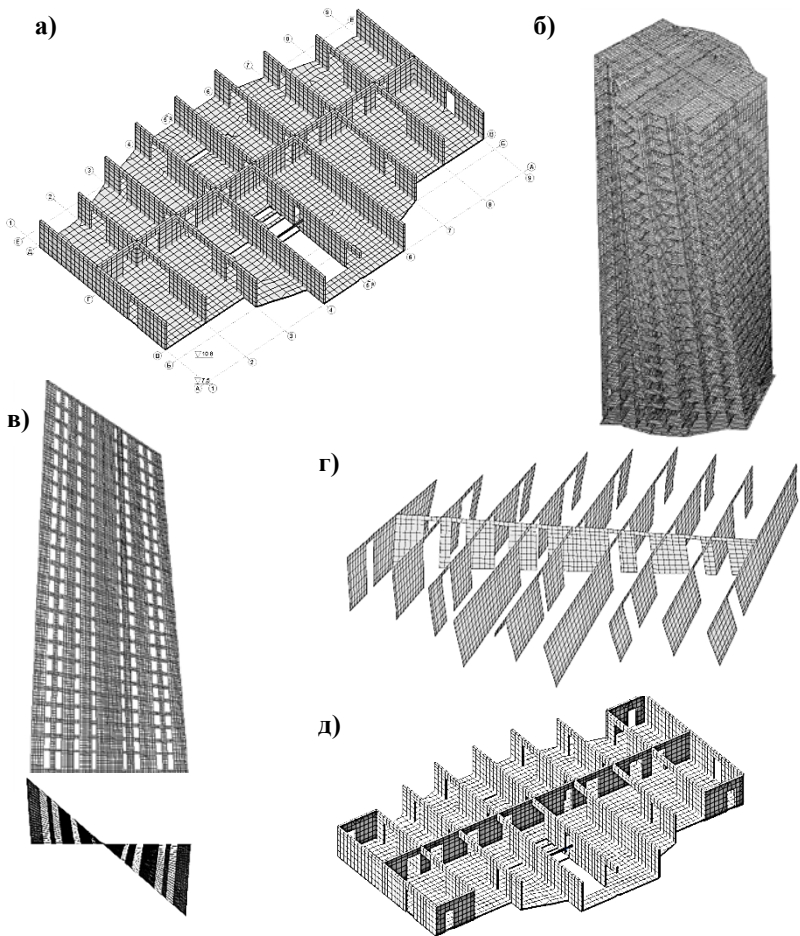


Рис. 5. 24-х этажное здание гостиницы, запроектированное с применением туннельной опалубки. а – типовой этаж; б – первая форма колебаний; в – деформация продольной стены; г – деформация типового этажа; д – рекомендованная схема несущих элементов здания

Выводы

Приведенные примеры показывают, что при проектировании многоэтажных зданий не всегда выполняются требования норм проектирования в сейсмических районах [1]. При этом бытует мнение, что при наличии научно-технического сопровождения [2] можно не выполнять требования нормативных документов. Да, в отдельных случаях при наличии научно-технического сопровождения и серьезном расчетном обосновании проектных решений с этим можно согласиться. Например, в условиях городской застройки размеры и форма строительной площадки диктуют архитектурно-планировочное решение здания. При этом здание может оказаться несимметричным в плане, чего не рекомендуют нормы проектирования, так как появляется кручение. Однако грамотная расстановка диафрагм и ядер жесткости позволяет сделать первые формы собственных колебаний здания поступательными.

Summary

On examples the features of planning of multistory building are considered in seismically dangerous districts.

Литература

1. ДБН В.1.1-12:2006. Строительство в сейсмических районах Украины.-К.:Минстрой Украины, 2006.-92с.
2. ДБН В.1.2-5:2004. Научно-технічний супровід будівельних об'єктів.-К.:Мінрегіонбуд України, 2007.-16с.
3. Егупов К.В., Сорока Н.Н. Научно-техническое сопровождение объектов строительства в Одесском регионе в условиях повышения сейсмичности // Будівельні конструкції : зб. наук.праць. – К.: ДП НДІБК, 2010. – вип.. 73. – с. 107-113.