

УДК 69.059

Федченко А.И.¹⁶

Запорожская государственная
инженерная академия

**ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ ПРИ
ФОРМИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ
КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЗДАНИЯ, ПОСТРОЕННОГО
ПО ТИПОВОМУ ПРОЕКТУ**

Аннотация. Проанализированы проблемы, связанные с реконструкцией крупнопанельных зданий, построенных по типовым проектам. Рассмотрены вопросы, связанные с выбором параметров расчетных схем крупнопанельного здания.

Ключевые слова: крупнопанельное здание, реконструкция, расчетная схема.

Актуальность проблемы. Большое количество зданий и сооружений, эксплуатируемых более 20 лет в регионах со сложными грунтовыми условиями, получили деформации, вызванные просадками грунтов. Это касается и зданий, построенных по типовым сериям. Одной из систем жилых зданий, построенных по типовым сериям, является крупнопанельная.

Строительство крупнопанельных зданий массово велось на территории Украины в период с 60-х до 90-х годов XX столетия.

Такие здания в процессе длительной эксплуатации подверглись физическому и моральному износу. Ограждающие конструкции таких зданий не отвечают требованиям современных нормативных документов по энергосбережению.

¹⁶ © Федченко А.И.

Все эти факторы приводят к тому, что крупнопанельные здания требуют проведения работ по реконструкции и обеспечению дальнейшей нормальной эксплуатации.

При проведении реконструкции здания обязательным является обследование его технического состояния, одним из важных этапов которого является проведение проверочных расчетов для определения несущей способности с учетом пробивки новых проемов, расширения или закладки существующих, а также с учетом введения в систему здания новых конструктивных элементов [1].

Одной из проблем на пути решения данного вопроса становится отсутствие проектной документации, которая в течение срока эксплуатации здания была утеряна либо разукрупнена. Таким образом затрудняется получение исчерпывающей информации о конструктивных особенностях реконструируемого здания. В этом случае необходимо проводить натурное обследование специализированной организацией для выявления фактического состояния конструкций, а также для восстановления первоначальной конструктивной схемы.

К этому добавляется и то обстоятельство, что недостаточно владеть информацией о конструктивной схеме в определенный момент времени, а необходимо знать хронологию изменений за весь период эксплуатации.

Решению этих проблем может способствовать создание базы данных крупнопанельных зданий с накоплением информации за весь период эксплуатации по каждому объекту. Обоснование и концепция создания такой базы данных для зданий первых массовых серий приведены в [2].

Такой подход является перспективным с учетом развития BIM-технологий, которые предполагают создание

виртуальной модели здания либо другого строительного объекта, связанной с информационной базой данных, в которой каждому элементу модели можно присвоить дополнительные атрибуты.

В качестве объекта базы данных предполагается использовать информационную модель здания, составной частью которой является расчетная схема.

Целью данного исследования является анализ параметров для составления адекватной расчетной схемы крупнопанельного здания.

Материалы исследования. Исследование выполнялось по приоритетному направлению «Методи розрахунку та дослідження напружено-деформованого стану, у тому числі при наявності дефектів різного походження», определенного приказом Министерства образования и науки Украины и Национальной академии наук Украины от 26.11.2009 г. № 1066/609 «Основні наукові напрями та найважливіші проблеми фундаментальних досліджень у сфері природничих, технічних та гуманітарних наук на 2009-2013 рр.», а также в рамках госбюджетных исследований Запорожской государственной инженерной академии «Особливості проектування, експлуатації та реконструкції будівель і споруд, методів їх розрахунку та об'ємно-планувальних рішень в складних умовах будівництва».

Для выбора параметров расчетных схем для отображения адекватной работы крупнопанельного здания необходимо рассмотреть ряд вопросов.

1. Влияние пространственной работы конструкций в крупнопанельных зданиях типовых серий.

За последнее время широкое распространение получили расчетные программные комплексы, реализующие метод

конечных элементов (МКЭ), такие как ЛИРА, SCAD и др., что дает возможность рассматривать пространственные расчетные модели реконструируемых зданий. Такой подход представляется наиболее актуальным при исследовании напряженно-деформированного состояния зданий, эксплуатируемых в сложных грунтовых условиях, так как в этом случае определяющее значение имеют пространственные деформации здания при неравномерных деформациях основания. Эти пространственные деформации возникают на стадии эксплуатации здания после того, как прошла стадия взаимодействия здания с основанием в результате которой произошло накопление осадок, обжатие стыков, начальное деформирование конструкций.

Но применение подробных пространственных моделей зданий с учетом как можно большего набора существенных параметров может привести к тому, что расчетная модель, описывающая здание целиком, с учетом всех конструктивных элементов, их особенностей работы и связей, получается довольно громоздкой, и численный эксперимент становится сложным и ресурсоемким.

Исходя из этого, обоснованным является подробное моделирование так называемого «здания-представителя» для выявления наиболее значимых параметров расчетной схемы и исследования влияния пространственной работы для данного типа здания на результаты расчета. Под «зданием-представителем» понимается типичное здание для каждого отдельного класса эксплуатируемых или реконструируемых зданий

2. Подробность разбивки схемы на конечные элементы.

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

Основными параметрами для достижения желаемой точности расчета является выбор подходящих типов конечных элементов и подбор оптимального размера шага дискретизации модели конечными элементами в тех или иных ее областях.

Здесь необходимо удовлетворить двум противоречивым требованиям: точности расчета, которая требует большего количества расчетных узлов (большей густоты расчетной сетки), и практическому решению задачи, которое накладывает ограничение на число решаемых уравнений, а следовательно, и на число расчетных узлов [3].

Выходом из такого положения может быть использование суперэлементов в расчетных моделях. Принцип суперэлементов ориентирован на уменьшение негативного влияния большой размерности задачи. Достигается это не за счет применения набора упрощенных схем всей конструкции или набора вложенных расчетных схем (фрагментация), а за счет суперэлементной рекурсии, т. е. общая схема конструкции может быть очень подробной и включать несколько миллионов узловых неизвестных [3]. Такой принцип очень хорошо использовать в том случае, когда расчленение модели на подсистемы (суперэлементы) происходит естественно, например стеновые железобетонные панели крупнопанельного здания построенного по типовому проекту.

Конструктивные элементы панельного здания поддаются описанию прямоугольными конечными элементами. Но при необходимости, например, в местах концентрации напряжений в углах проемов, где предполагаются высокие градиенты напряженного

состояния, нужно вводить в расчетную схему треугольные конечные элементы.

3. Учет вертикальных и горизонтальных стыков панелей.

Стыковые соединения панелей являются наиболее ответственными элементами несущей системы панельного здания.

В настоящее время нет однозначных рекомендаций о том, стоит ли учитывать вертикальные и горизонтальные стыки при расчете крупнопанельного здания. И даже, если производится учет стыков, задаваться значениями податливости приходится приближенно, опираясь на результаты экспериментальных исследований «таких же» конструкций. Это связано с тем, что на сегодняшний день очень сложно оценить податливость стыка расчетными методами.

В [4] приведены рекомендации по составлению расчетной схемы панельного здания, которая представлена в виде совокупности плоских оболочек, моделирующих сборные несущие элементы и связей, соединяющих эти оболочки в местах, предусмотренных проектом.

На кафедре городского строительства и хозяйства Запорожской государственной академии проводится исследовательская работа по изучению влияния вертикальных и горизонтальных стыков стеновых панелей при составлении расчетных схем крупнопанельных зданий на результаты расчета.

4. Учет совместной работы с грунтовым основанием.

В связи с тем, что большое количество крупнопанельных зданий находятся на территориях со

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

сложными грунтовыми условиями (что часто является причинами деформаций зданий), актуальным является исследование напряженно-деформированного состояния конструкций таких зданий с учетом влияния негативных свойств грунтов. Для этого необходимо проводить исследования с использованием системы «здание-основание», которая включает в себя пространственную конечно-элементную расчетную схему здания и трехмерную модель основания из пространственных конечных элементов. Следствием учета взаимодействия здания с деформируемым основанием является перераспределение напряжений в грунте и усилий в несущих конструкциях.

Использование метода конечных элементов для решения такой задачи предполагает рассмотрение ограниченной конечной области, что приводит к вопросу о том, как ограничить бесконечное полупространство грунтового массива. Снизу такой границей может выступать отметка, на которой залегает грунт, модуль упругости которого значительно превышает модуль упругости грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента. Если такого слоя нет на обозримом расстоянии, то следует руководствоваться положениями ДБН В.2.1-10-2009 «Основания и фундаменты сооружений». В горизонтальном направлении грунтовой массив можно ограничить на расстоянии 1,5 высоты здания.

Тип граничных условий в узлах конечно-элементной модели грунтового массива на его границе при статической нагрузке может быть принят в виде закреплений от линейных перемещений [3].

5. Определение границы применения расчетной схемы (адекватность).

В процессе составления расчетной схемы панельного здания приходится сталкиваться с целым рядом идеализаций и неопределенностей. Это идеализация геометрии, когда, например, назначаются размеры, отличающиеся от натуральных для придания регулярности сетки конечных элементов. Сюда можно отнести и идеализацию нагрузок, которые принадлежат к числу наиболее изменчивых элементов расчетной схемы. Неопределенность также выражена и при задании жесткостных параметров элементов расчетной схемы (зачастую, принято считать, что эти параметры неизменны во времени, хотя необходимо учитывать изменчивость параметров жесткости, в частности, при учете повреждений, которые возникают в процессе эксплуатации здания).

Создавая компьютерную модель здания всегда необходимо помнить о том, что оно идеализируется и всегда важным является оценка адекватности такой идеализации.

Критерием достоверности для расчетной модели крупнопанельного здания служат параметры эталонной модели, составленной с максимальной подробностью.

Адекватность параметров, принимаемых в эталонной модели, может оцениваться следующим образом: во-первых, сравнением результатов экспериментальных исследований отдельных конструкций (плит, стеновых панелей) с результатами расчета их моделей; во-вторых, совпадением расположения дефектов и повреждений конструкций здания по результатам натурных обследований с местами концентрации напряжений в их расчетных схемах.

Выводы. На основании анализа вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

1. В процессе реконструкции крупнопанельных зданий важным является вопрос получения исчерпывающей информации о конструктивных особенностях реконструируемого здания, а также установить хронологию изменения конструктивной схемы за весь период эксплуатации.

2. Актуально создание базы данных информационных моделей крупнопанельных зданий, составной частью которых является расчетная схема. Такой подход согласуется с концепцией развития BIM-технологий в Украине.

3. При составлении расчетной схемы следует особое внимание уделять выбору параметров, которые могут существенно повлиять на картину напряженно-деформированного состояния крупнопанельного здания.

Литература

1. Жилые здания. Реконструкция и ремонт : ДБН В.3.2-2-2009 - [Действующий от 2010-01-01]. - Офиц. Изд. - К. : Минрегионстрой Украины, 2009. - 18 с. - (Нормативный документ Минрегионстроя Украины).

2. Федченко А.И. Обоснование и концепция создания базы данных зданий первых массовых серий / А.И. Федченко // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відповід. ред. М.М. Осетрін. – К., КНУБА, 2013. – Вип.47. – 73с.

3. Городецкий А.С. Компьютерные модели конструкций / А.С.Городецкий, И.Д.Евзеров. – К.: ФАКТ, 2005. – 344 с.

4. Данель В.В. Конечноеэлементная модель крупнопанельного здания / В.В. Данель // Вестник МГСУ: Научно-технический журнал – Москва, МГСУ, 2011. – №2, т.1. – 172с.

Anotation. The problems associated with the reconstruction of large panel buildings constructed on the model typical projects. The problems associated with the choice of parameters of design models of large panel buildings.

Keywords: large panel building, reconstruction, the design scheme.