

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ РАМНО-СВЯЗЕВЫХ КАРКАСОВ, РЕАЛИЗУЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ МКЭПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

Ф.Р.Карпюк, к.т.н., доц.

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

В настоящее время существенно возрос объем работ по реконструкции зданий и сооружений, эксплуатируемых длительное время. Дефекты, возникшие в процессе эксплуатации зданий, а также снижение характеристик материалов связаны с их старением.

Реконструкция здания обязательно предшествует проведению его натурного обследования с целью выявления технического состояния несущих и ограждающих конструкций, а также оценки ресурса их работоспособности с учетом сложившегося напряженно-деформированного состояния. Это требует уточнения расчетных схем и учета нелинейности деформирования, выявления резервов несущей способности элементов, их сопряжений и всей системы в целом, учета возможного перераспределения усилий в несущей системе после реконструкции.

В настоящее время наиболее распространенным типом конструктивных схем зданий является каркасный для промышленного и гражданского назначения, который получил массовое распространение благодаря широким возможностям объемно-планировочных решений внутреннего пространства, а также за счет полной индустриализации изготовления и монтажа конструкций. К ним относятся всесоюзный типовой связевой каркас серии ИИ-04 и заменивший его связевой каркас серии 1.020-1/83 межвидового применения.

Пространственная жесткость зданий в этих связевых каркасах обеспечивается системой вертикальных стен жесткости, состоящих из диафрагм, колонн и дисков перекрытий, собираемых из плит и ригелей. Экспериментальные и теоретические исследования работы сборных перекрытий свидетельствуют о сложности и неоднозначности напряженно-деформированного состояния. Большинство исследователей склоняются к тому, чтобы принимать сборные перекрытия в своей плоскости абсолютно жесткими. Между тем проведенные многочисленные исследования, особенно в направлении сейсмостойкости зданий, показали, что жесткость сборных перекрытий в своей плоскости

имеет конечные значения, и в основном, зависит от конструкции плит и способа их сопряжения[1-7]. Однако, до настоящего времени нет достаточно обоснованных расчетных моделей для оценки фактической интегральной жесткости сборного перекрытия при деформировании их в плоскости и из плоскости.

Современное перспективное направление совершенствования расчета зданий включает разработку методов расчета пространственных конструкций как единых систем. Это стало возможным, с одной стороны, благодаря развитию методов расчета на основе дискретных моделей, хорошо поддающихся алгоритмизации и, с другой, - расширению возможностей вычислительной техники. Использование дискретных пространственных расчетных моделей, реализуемых с помощью МКЭ в расчетах каркасных систем позволяет более полно учитывать прочностные и деформативные свойства отдельных конструкций и узловых сопряжений.

Формирование расчетной модели при помощи программных комплексов, основанных на физической модели сооружения. Под физической моделью сооружения следует понимать работу конструкций здания при внешнем нагружении. Физическая модель также должна содержать имеющиеся экспериментальные данные, относящиеся к рассматриваемому процессу, изложение гипотез, которые могут быть сформулированы по поводу еще неизученных связей и соотношений между параметрами системы. Другими словами, физическая модель представляет собой содержательное отражение реальных явлений или процессов на уровне современных знаний. При создании расчетной модели расчетчик часто сталкивается с рядом проблем использования типов КЭ и их жесткостей. В зданиях из монолитных конструкций, где все узлы жесткие, этих проблем меньше. Но, при расчетах зданий из сборных конструкций часто возникает множество проблем при учете податливости их соединения.

Так, согласно рекомендациям [8] под податливостью стыка понимается повышенная деформативность соединения на малом, по отношению к высоте сечения, участке длины стыка по сравнению с деформативностью стыкуемых элементов. По физической сути податливость соединения равна смещению, вызванному единичной силой - при сжатии-растяжении, сдвиге или повороте. При этом, следует различать линейную, угловую и сдвиговую податливость, которые зависят от соответствующих деформаций. Линейная податливость ($1/C_x$, $1/C_y$, $1/C_z$) обусловлена деформациями растяжения-сжатия и характеризуется зависимостью «N - δ ». Сдвиговая податливость ($1/C_\gamma$) обусловлена деформациями сдвига при действии поперечной силы и характеризуется зависимостью «Q - γ ». Угловая податливость ($1/C_\phi$) обусловлена деформациями поворота при действии изгибающего или крутящего момента и характеризуется

зависимостью «М - φ ». Здесь приняты обозначения: N, Q и M - продольная, поперечная сила и изгибающий момент в сечении стыка: соответственно; δ , γ и φ - продольная деформация, угол сдвига и угол поворота в сечении стыка; C_x , C_γ и C_φ - коэффициенты линейной, сдвиговой и угловой жесткости (усилия, вызывающие единичные деформации).

Для учета податливости сопряжений в расчетной схеме МКЭ реальные швы между сборными конструкциями следует представлять в виде податливых к.э., геометрические и жесткостные параметры которых максимально отвечают характеристикам реальных швов при различных стадиях возведения и нагружения несущей системы здания (рис.1.)

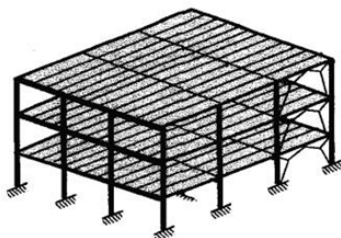


Рис. 1. Пространственная схема здания

В качестве таких элементов можно использовать типовые стержневые и плоские к.э., а также специальные элементы, имеющиеся в применяемой прикладной программе.

Физическую нелинейность деформирования стержневых элементов в упругих методах расчета рекомендуется производить на основе итераций с одновременным изменением геометрии сечения за счет трещинообразования и снижения модуля деформаций бетона и арматуры в соответствии с их диаграммами деформирования, включая нисходящие участки.

Конструктивную нелинейность деформирования узловых сопряжений рекомендуется учитывать установкой односторонних связей или путем введения различной жесткости соединений в зависимости от направления деформирования.

Концентрация деформаций происходит в зонах сопряжений сборных конструкций. На основании этого расчетную модель ячейки перекрытия рекомендуется представлять в виде (рис. 2) плоскостных (1) и стержневых (2) элементов, соединенных деформируемыми связями (3). Учет работы перекрытия из своей плоскости производится путем использования в расчетной модели пластин и связей как пространственных элементов.

Плоскостные элементы (1) моделируют работу плиты в горизонтальной плоскости и в расчетной модели представляются конечными элементами типа «плита» или «оболочка». Жесткость

пластины в своей плоскости по сравнению с жесткостью связей во много раз выше. Основными параметрами для элементов (1) являются геометрия в плане и назначенная приведенная толщина для учета работы пластины на изгиб и кручение.

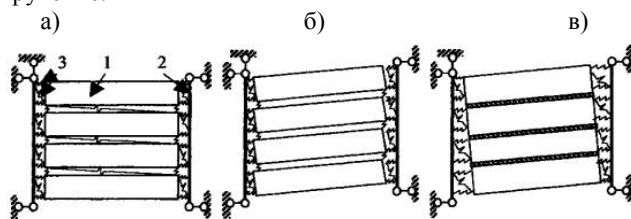


Рис. 2. Расчетная модель ячейки перекрытия (а) и схемы ее формирования в своей плоскости при отсутствии (б) и наличии (в) заполнения продольных швов

Жесткостные характеристики связей (3) зависят от направления деформирования, которое можно установить на основе анализа кинематической схемы перемещений сборных элементов диска. В общем случае могут быть две граничные схемы: первая схема (рис. 2, б) возникает при отсутствии заполнения продольных швов, тогда горизонтальные нагрузки приводят к независимому параллельному повороту и смещению плит; вторая схема (рис. 2, в) - при полном омоноличивании швов и ячейка перекрытия или объединенные швом плиты перемещаются как единая пластина.

Выводы

- для получения надежных результатов расчета необходима методика, позволяющая обоснованно производить уточнения расчетных схем с учетом реальных свойств материалов, конструкций, их сопряжений и пространственного характера деформирования.

- использование дискретных пространственных расчетных моделей, реализуемых с помощью МКЭ в расчетах каркасных систем позволяет более полно учитывать прочностные и деформативные свойства отдельных конструкций и узловых сопряжений.

Summary

Use of discrete spatial calculation models, realized by FEM in the calculations of the framework systems allows more fully to take into account prochnostnye and deformativnye properties of separate constructions and key interfaces.

Литература

1. Васильков Б.С. Расчет сборных конструкций зданий с учетом податливости соединений / Володин Н.М// М.: Стройиздат, 1985. - 144с.
2. Гранев В.В. Пространственная работа каркасных систем с учетом реальной жесткости узловых сопряжений /Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н.//Доклад на 1-ой Всероссийской конференции «Бетон на рубеже третьего тысячелетия», книга 2. - Москва, 2001. - С.512-517.
3. Гранев В.В. Формирование пространственной дискретной модели каркаса многоэтажного здания /Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н.// Пространственные конструкции в новом строительстве и при реконструкции зданий и сооружений. Тезисы докладов международного конгресса МК П К -98. - Москва, Россия, том III, 1998. - С.57.
4. Кодыш Э.Н., Мамин А.Н., Трекин Н.Н. Экспериментальные исследования работы связевых плит. - Сб. научных трудов «Современные проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта». - РГОТУПС, Москва, 1999 - С.56-59.
5. Кодыш Э.Н. Пластинчато-стержневая модель ячейки перекрытия для расчета на горизонтальные нагрузки./Трекин Н.Н.// Материалы XXX Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы современного строительства». - Пенза, ПГАСА, 1999. - С.56-57.
6. Трекин Н.Н. Деформации ячейки перекрытия из многопустотных плит в своей плоскости. - Сб. научных трудов «Современные проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта». - РГОТУПС, Москва, 1999. - С.73-75.
7. Трекин Н.Н. Оценка влияния межплитных швов на совместную работу пустотных плит /Мамин А.Н.// Материалы XXX Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы современного строительства». - Пенза, ПГАСА, 1999. - С. 59-60.
8. Рекомендации по расчету каркасов многоэтажных зданий с учетом податливости узловых сопряжений сборных железобетонных конструкций// Ассоциация «Железобетон», центральныйнаучно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленныхзданий и сооружений ОАОЦНИИпромзданий, Москва 2002. – 90с.