

К ВОПРОСУ О КОРРЕКТНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ УЗЛА СОПРЯЖЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Шеховцов И.В., Бондаренко А.В., Малахов В.В., Полянская Е.Э. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Приведені значення періодів перших трьох форм коливань для розрахункових схем безригельного каркаса з різними моделями вертикальних елементів і їх вузла з'єднання з горизонтальними елементами.

Моделирование элементов здания при создании расчетной схемы является творческим процессом. При этом инженер должен обладать достаточно большим багажом знаний для того, что бы созданная расчетная схема была адекватна реальной работе конструкции в здании, да и здания в целом. Об этой проблеме неоднократно говорилось в работах [1, 3, 4]. В первую очередь инженер расчетчик должен в полном объеме представлять проектируемое и рассчитываемое здание со всеми узлами и деталями для того, чтобы корректно воссоздать расчетную модель конструкции.

Выполнение расчета предполагает последовательность «конструкция – нагрузки и воздействия – модель – расчетная схема».

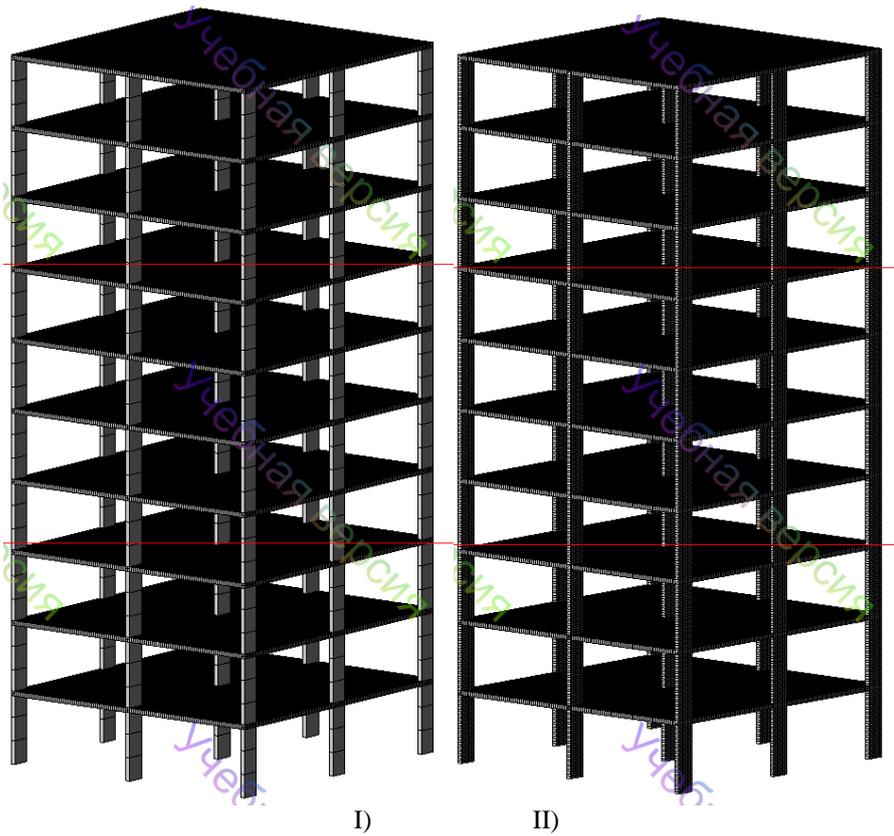
Создавая расчетную схему необходимо знать о подводных камнях и «ловушках», которые неизбежно присутствуют в любом программном комплексе. О большинстве таких «ловушек» разработчики ПК широко информируют своих пользователей и открыто говорят на различных семинарах и симпозиумах. Одной из таких проблем является моделирование в расчетной схеме узла сопряжения «колонна-перекрытие».

Многообразие архитектурных решений каркасных зданий в современном строительстве диктует применение вертикальных несущих элементов самых разнообразных сечений и форм. В проектных решениях можно встретить прямоугольные сечения вертикальных несущих элементов с соотношением сторон $b:h$ равные 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 и более. При создании расчетных схем такие вертикальные несущие элементы моделируются как стержневыми КЭ, так и пластинами. Возникает вопрос, для каких сечений следует применять тот или иной КЭ? Данная проблема в совокупности с проблемой сопряжения «колонна-перекрытие» может в результате расчета давать крайне противоречивые результаты. На простом примере рассмотрим, актуальность данной проблемы.

Расчеты проводились в программном комплексе Лира 9.4, поскольку данный комплекс имеет широкое распространение среди расчетчиков.

Рассмотрим расчетные схемы безригельного каркаса (Рис. 1). Исходные данные для обеих расчетных схем следующие: вертикальные элементы сечением $0,2 \times 0,8$ м ($b:h=1:4$ - наиболее часто встречающиеся размеры поперечного сечения в архитектурных решениях), шаг вертикальных элементов – 6 м, плита перекрытия в плане имеют размеры $12,8 \times 12,2$ м и толщину 0,2 м, высота этажа 3 м, количество этажей - 10; характеристики материалов – модуль упругости бетона соответствует бетону класса В25 – $E = 30000$ МПа, плотность – 25 кН/м^3 . Первое нагружение соответствовало собственному весу конструкций, второе принято равным $0,5 \text{ кН/м}^2$.

Вертикальные элементы (Рис. 1) в схеме I представлены стержневыми КЭ, в схеме II пластинами - размером $0,1 \times 0,1$ м. Горизонтальные элементы плиты перекрытия – пластинами и в обоих схемах приняты одинаковыми.



I) II)
Рис. 1. Расчетные схемы

I) со стержневыми вертикальными элементами;
II) с пластинчатыми вертикальными элементами

В расчетной схеме, где вертикальные элементы представлены стержневыми КЭ (Рис. 1 I), узел сопряжения с перекрытием решался как без использования абсолютно жестких тел (АЖТ) (Рис. 2 а), так и с использованием АЖТ (Рис. 2 б). В расчетной схеме (Рис. 1, II) с вертикальными элементами из пластин узел сопряжения с перекрытием так же принят с АЖТ (Рис. 2. г) и без АЖТ (Рис. 2.в)

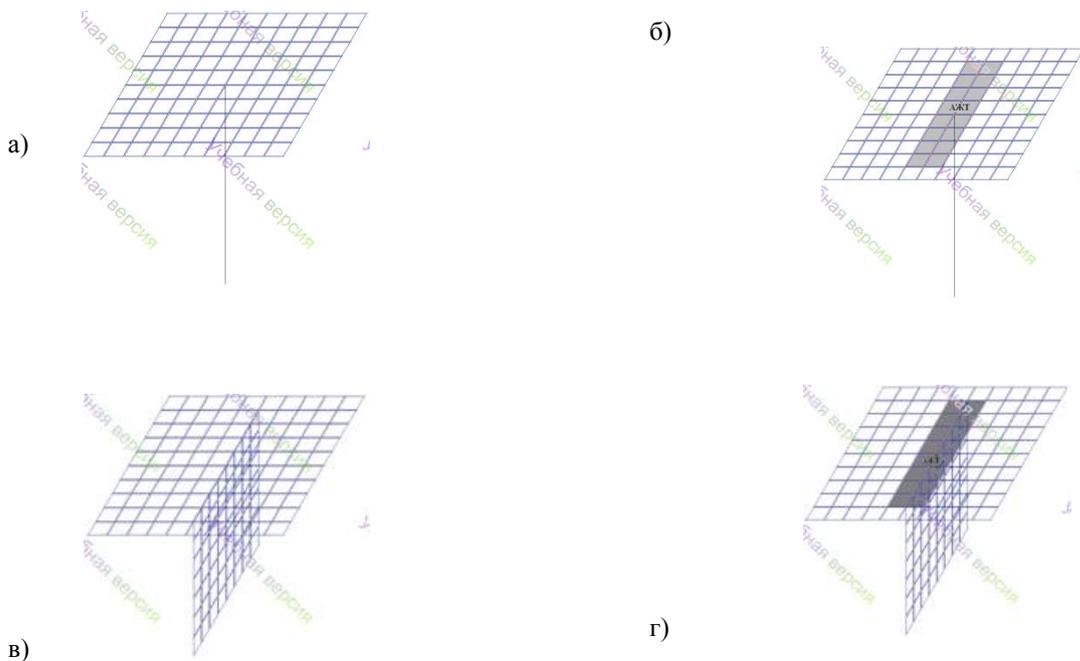


Рис. 2. Узлы сопряжения вертикальных элементов с плитами перекрытий: а) стержень без использования АЖТ; б) стержень с использованием АЖТ; в) вертикальный элемент из пластин, без использования АЖТ; г) вертикальный элемент из пластин, с использованием АЖТ

По результатам статического расчета сравнивались значения напряжений (M_x и M_y) в пролете плит перекрытий. Численные значения усилий в перекрытиях для расчетных схем со стержневыми вертикальными элементами с использованием АЖТ и без них различаются не более 20%. Большие значения напряжений имеет расчетная схема, где АЖТ не использовались. Для расчетных схем, где в качестве вертикальных элементов использовались пластины, значения напряжений (M_x и M_y) в пролетах плит перекрытий, как с использованием АЖТ, так и без них отличаются не более 5%.

Продольные усилия в вертикальных элементах, во всех схемах имеют одинаковые значения.

По результатам расчетов на сейсмическое воздействие сравнивались значения первых трех периодов собственных колебаний и соответствующие им формы.

Периоды собственных колебаний для различных расчетных схем, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Расчетная схема	Период 1-я форма, (с)	Период 2-я форма, (с)	Период 3-я форма, (с)
а)	3,785	2,789	2,5
б)	3,052	1,849	1,82
в)	3,234	2,031	1,951
г)	3,138	1,918	1,872

Анализируя данные таблицы 1 можно заметить следующее. Для расчетной схемы, представленной на рис. 1 I (узел сопряжения «колонна-перекрытие» на рис. 2 а и б) численные значения периодов собственных колебаний первых трех форм без АЖТ и с их использованием значительно отличаются. Для первого периода отношение составляет 23%, второго периода 50%, для третьего 37%.

Для расчетной схемы, представленной на рис. 1 II (узел сопряжения «колонна-перекрытие» рис. 2 в и г) численные значения периодов собственных колебаний первых трех форм отличаются незначительно. Так, для первого периода отношение в значениях составляет 3%, для второго 6%, для третьего 4%.

Рассматривая схемы I и II (Рис. 1) можно отметить, что наименьшее отношение в значениях периодов колебаний наблюдается при моделировании узлов сопряжения по вариантам б и в (Рис. 2) соответственно. По первому периоду отношение в значениях составляет 6%, по второму 10%, по третьему 7%.

При этом формы колебаний для всех расчетных схем одинаковы (Рис. 3). Первые две формы поступательные, изгибные, третья форма крутильная.

Сумма модальных масс при расчете на сейсмическое воздействие для расчетных схем составляет не менее 85% [5].

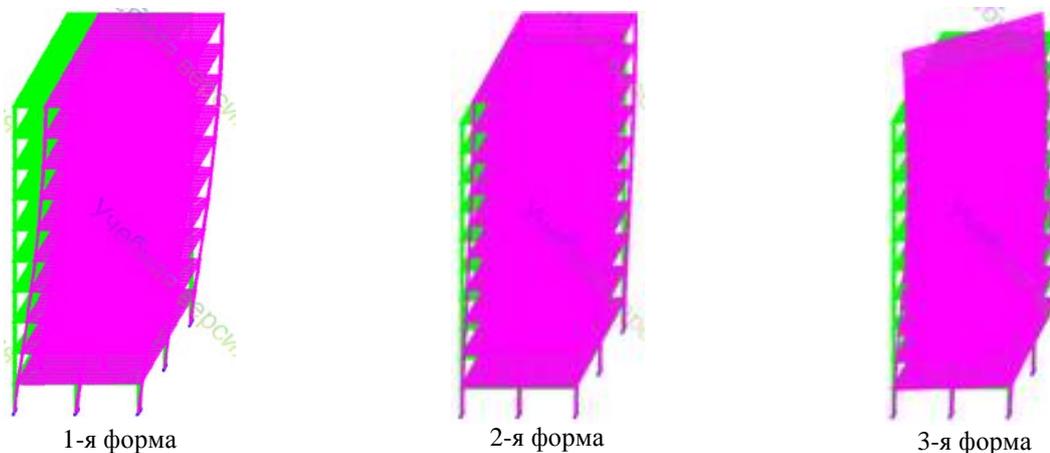


Рис. 3. Формы колебаний для расчетных схем

Выводы

Как видно, для одного и того же конструктивного решения здания можно создать расчетные схемы, рассчитав которые, можно получить значительно различающиеся по периодам колебаний результаты расчетов. Следовательно, к вопросу моделирования вертикальных элементов, узлов сопряжения вертикальных и горизонтальных элементов следует уделять повышенное внимание.

Литература

1. А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа. – К.: Издательство СПбОДЗПП, 2006г. – 82 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. - К.: Издательство «Сталь», 2006г. – 59 с.

3. Ю.В. Гензерский, А.М. Куценко, Д.В. Марченко, Я.О. Слободян, В.П. Титок. Лира 9.4. Примеры расчета и проектирования. – К.: издательство НИИАС, 2006. – 124 с.
4. А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров. Компьютерные модели конструкций. – К.: «Факт», 2005. – 340 с.
5. ДБН В.1.2-12:2006 Строительство в сейсмических районах Украины. – К.: ГП «Укрархбудинформ», 2006. – 84 с.