

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

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ УЗЛОВ СОПРЯЖЕНИЯ «КОЛОННА-ПЕРЕКРЫТИЕ» БЕЗРИГЕЛЬНОГО КАРКАСА

Приведены значения периодов первых трех форм колебаний для расчетных схем безригельного каркаса с различным моделированием узлов сопряжения «колонна-перекрытие».

The values of periods of the first three forms of vibrations for the calculations charts of without collar beam framework with the different design of knots of interface «column-ceiling» are resulted.

На современном этапе развития строительной отрасли наибольшее распространение получило строительство жилых домов по конструктивной схеме «безригельного» каркаса. При использовании данной конструктивной схемы, несмотря на многочисленные исследования [1], наиболее сложным узлом, как для расчетчиков, так и для конструкторов остается узел сопряжения колонны с плитой.

Развитие метода конечных элементов позволило упростить задачу расчета строительных конструкций. Практически все существующие на сегодняшний день программные комплексы (ПК) используют метод МКЭ при выполнении расчетов. Точность полученных результатов при расчете зависит от ряда факторов, которые условно можно разделить на две группы.

Первая группа – это внутренний программный код, заложенный в тот или иной программный комплекс. Пользователь, использующий ПК, может иметь только общее представление о математическом описании той или иной процедуры, и никак не может повлиять на точность результата расчета.

Вторая группа – это моделирование строительной конструкции. Моделирование предполагает последовательность «конструкция – нагрузки и воздействия – модель – расчетная схема». Для того, что бы промоделировать строительную конструкцию, и те условия, в которой она будет эксплуатироваться, пользователь любого ПК должен обладать достаточно большим багажом знаний. В первую очередь пользователь должен знать нормативную документацию, действующую на сегодняшний день. Так же не маловажно, что бы пользователь достаточно четко представлял конструкцию,

которую он хочет смоделировать, как в целом, так и в отдельных узлах и деталях. Еще одним немаловажным моментом является знание возможностей программного комплекса, в котором проводится моделирование и умение ими пользоваться. Только сочетая одновременно все эти знания в расчетной модели конструкции можно утверждать, что полученный результат будет иметь актуальное значение.

Как правило, разработчики достаточно подробно описывают свои ПК, и на проводимых ими семинарах обсуждают те или иные проблемы, как самих строительных конструкций, так и о проблемах их моделирования.

Проблемы, возникающие в плите перекрытия в месте сопряжения со стержневым элементом колонны, известны и достаточно широко освещены как разработчиками, так и пользователями, как на семинарах, так и в литературе [2, 3]. Как следствие, каждый из разработчиков предлагает свои мероприятия для решения этой проблемы. Так, узел «колонна – перекрытие» в ПК Лира предлагается решать при помощи абсолютно жестких тел (АЖТ). В ПК MicroFE этот же узел решается при помощи элементов CLPL.

На простом примере мы так же хотим продемонстрировать, насколько важно знать как саму конструкцию, так и методы ее моделирования.

Расчеты велись на двух программных комплексах – Лира 9.4 и MicroFE.

Рассмотрим расчетные схемы безригельного каркаса (Рис. 1). Исходные данные для обоих программных комплексов следующие: геометрические характеристики: колонны сечением 0,5x0,5м, шаг колонн – 6м, плиты перекрытий имеют размеры в плане 8x8 м толщиной 0,2 м, высота этажа 3 м, количество этажей - 10; характеристики материалов – модуль упругости бетона соответствует бетону класса В25 – $E = 30000\text{МПа}$, плотность – $2,5\text{ т/м}^3$. Первое нагружение соответствовало собственному весу конструкций, второе принято равным $0,5\text{ т/м}^2$.

В ПК Лира узел сопряжения «колонна – перекрытие» моделировалось двумя вариантами (Рис. 2). Первый (а) – простое сопряжение; второй (б) с использованием абсолютно жестких тел в плите перекрытия. В ПК MicroFE в расчетной схеме сопряжение «колонна – перекрытие» (в) осуществляется при помощи элементов CLPL. При этом следует отметить, что назначение АЖТ в ПК Лира выполняется «в ручную» - по очередности для каждой колонны и плиты. Назначение элементов CLPL в ПК MicroFE назначается пользователем сразу для всех элементов при помощи радио кнопки в соответствующем меню, что позволяет избежать случайных ошибок.

По результатам статического расчета сравнивались значения изополей напряжений (M_x и M_y) плит перекрытий. Численные значения изополей для расчетных схем с использованием АЖТ и CLPL практически совпадают, погрешность не превышает 3%. Разница в численных значениях изополей для расчетных схем с использованием АЖТ и без них не превышает 15%.

Продольные усилия в колоннах по результатам статического расчета во всех трех схемах имеют одинаковые значения.

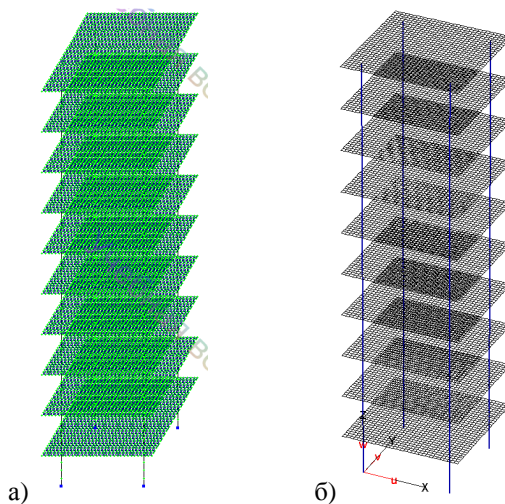


Рис. 1. Расчетные схемы выполненные:
а) в ПК Лира 9.4; б) в ПК MicroFE.

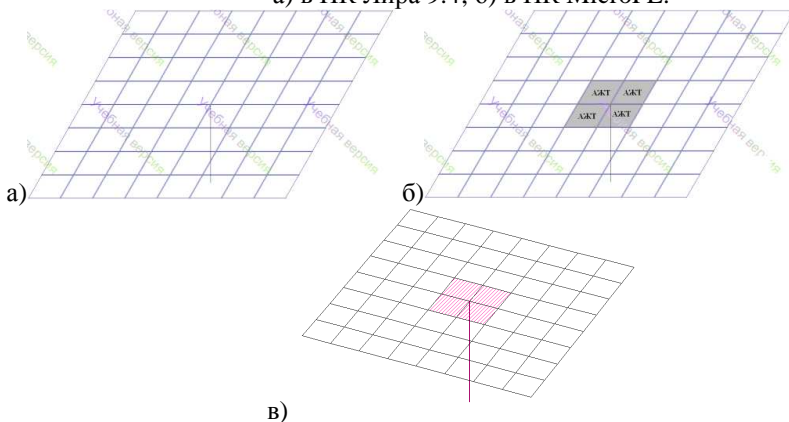


Рис. 2. Узел сопряжения «колонна – плита».

а) простое сопряжение; б) с использование АЖТ; в) сопряжение при помощи CLPL в ПК MicroFE.

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

Периоды собственных колебаний для трех расчетных схем приведены в таблице 1.

Анализируя данные таблицы 1 можно заметить следующее. Численные значения периодов собственных колебаний первых трех форм для расчетных схем с использованием АЖТ и CLPL близки друг к другу. Разница для первого и второго периодов составляет 6%, для третьего 5%.

Таблица 1

Узел сопряжения «колонна-перекрытие» в расчетной схеме, вид	Период 1-я форма, (с)	Период 2-я форма, (с)	Период 3-я форма, (с)
а)	2,623	2,623	2,004
б)	2,052	2,052	1,398
в)	2,179	2,179	1,467

Численные значения периодов собственных колебаний первых трех форм для расчетных схем с использованием АЖТ и без них значительно разнятся. Разница для первого и второго периодов составляет 27%, для третьего 43%.

Формы колебаний для всех трех 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% полной суммы модальных масс, что и регламентируется в [4].

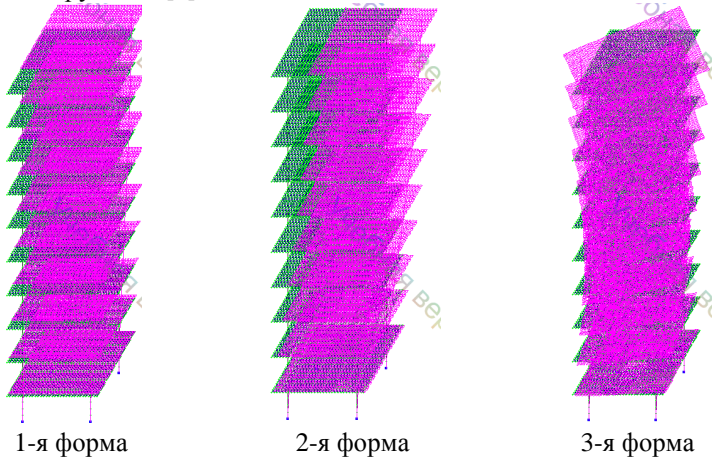


Рис. 3. Формы колебаний для расчетных схем в Лира 9.4 и MicroFE.

Как видно из вышеприведенного, использование различных способов моделирования узла сопряжения «колонна – перекрытие» дает значительно разнящиеся результаты при выполнении расчетов на сейсмические воздействия. Это говорит о том, что к данному конструктивному узлу, в дальнейшем по прежнему необходимо уделять повышенное внимание.

1. Н.И. Ватин, А.Д. Иванов. Сопряжение колонны и безребристой безкапитальной плиты перекрытия монолитного железобетонного каркасного здания. – Санкт-Петербург: Издательство СПбОДЗПП, 2006г. – 82 с. 2. 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. 3. А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров. Компьютерные модели конструкций. – К.: «Факт», 2005. – 340 с. 4. ДБН В.1.2-2:2006 Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. - К.: Издательство «Сталь», 2006г. – 597 с.