

## **ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ПЛИТЫ НА РАБОТУ МОНОЛИТНОГО БЕЗБАЛОЧНОГО БЕСКАПИТЕЛЬНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ**

*Дорофеев В.С., Бондаренко Д.О. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)*

**В статье приводятся результаты численных исследований монолитных безбалочных бескапитальных перекрытий различной толщины. В основу исследований положен метод конечных элементов в нелинейной постановке.**

**Введение.** В последнее время в нашей стране увеличился объём применения монолитного железобетона в гражданском строительстве. Широкое использование монолитного железобетона приводит к снижению объёма капитальных вложений и расхода арматуры по сравнению с использованием сборного железобетона. Применение монолитного железобетона позволяет избежать монтажных стыков, что снижает металлоёмкость, повышает жёсткость несущих конструкций и упрощает процесс возведения здания.

Большую часть при строительстве из монолитного железобетона занимают здания с безригельным каркасом. Данная конструктивная схема даёт возможность свободной планировки помещений, позволяет сократить сроки строительства, уменьшает расход бетона и арматуры, снижает высоту этажа. Наряду с перечисленными преимуществами зданий с безригельным каркасом данная конструктивная схема обладает рядом недостатков, наиболее значимым из которых является необходимость устройства надёжного стыка перекрытия с колонной. С конструктивной точки зрения стык колонны с перекрытием является «слабым местом» из-за небольшой толщины перекрытий и насыщенности их продольной и поперечной арматурой.

Поэтому, исследования в этой области являются важными и актуальными.

**Структура моделей и нагрузка.** Для определения степени влияния толщины перекрытий на работу безбалочного бескапитального перекрытия было проведено численное исследование напряженно-деформированного состояния фрагмента, общий вид которого показан на рис.1.

Для проведения теоретических исследований приняты математические модели со стержневым армированием.

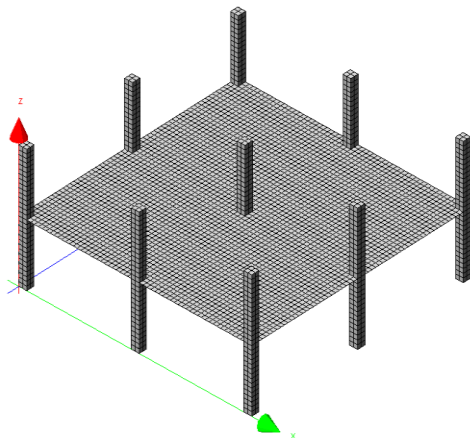


Рис.1. Общий вид фрагмента перекрытия

Модели имеют следующие геометрические параметры: общий размер в плане 12,4 x 12,4 м, шаг колонн 6,0 x 6,0 м, толщины перекрытий 200 мм – модель 1 и 240 мм – модель 2, поперечное сечение колонн 400 x 400 мм. Класс бетона В25.

Численное моделирование перекрытий осуществлялось в программном комплексе «Ли́ра» [1]. Расчетная схема фрагмента представляла собой пространственную модель, состоящую из пластинчатых КЭ, моделирующих работу плиты перекрытия, и объёмных КЭ, моделирующих работу колонн.

Модели загружали равномерно распределённой пропорционально возрастающей нагрузкой по всей площади перекрытия  $q$ , т/м<sup>2</sup> (суммарная нагрузка от собственного веса + полезная) и нагрузкой на колонны  $P$ , т. Нагрузку на колонны передавали через жёсткую пластину ступенями по 8 т.

Моделирование материалов осуществлялось параметрически. После каждой ступени нагружения внутрипрограммно автоматически анализировалась и корректировалась расчетная схема. В стадии разрушения материалу внутрипрограммно присваивался  $E = 1$ , тем самым моделируется выключение его из работы.

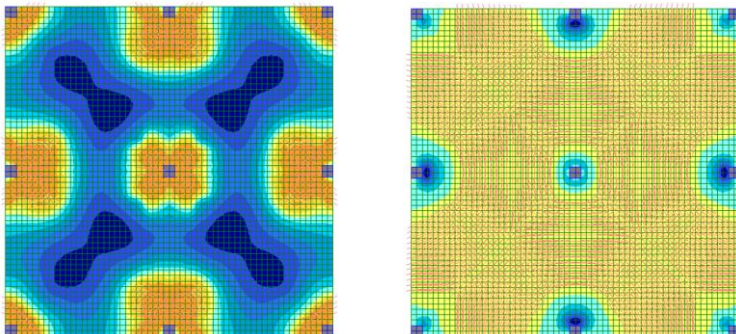
Чтобы определить степень влияния толщины плиты стыков на работу безбалочного бескапитального перекрытия в целом при совместном действии изгибающих моментов и поперечных сил статический расчет моделей включал следующие процедуры:

- 1) Определение внутренних усилий в плитах;
- 2) Определение деформаций и характера разрушения.

**Результаты численных исследований напряженно-деформированного состояния.** Контроль напряженно-деформированного состояния в моделях осуществлялся анализом полученных картин изополей напряжений и перемещений.

При последовательном загрузении модели 1 было выявлено, что первые трещины образовались на гранях колонн и в опорных зонах на верхней поверхности модели при нагрузке 72 т на 9 ступени загрузки. Разрушение модели произошло при нагрузке 264 т на 33 ступени загрузки. У модели 2 первые трещины установлены в тех же зонах, но при нагрузке 88 т на 11 ступени загрузки, разрушение модели произошло при нагрузке 264 т. Картины распределения трещин показаны на рис.2.

а)



б)

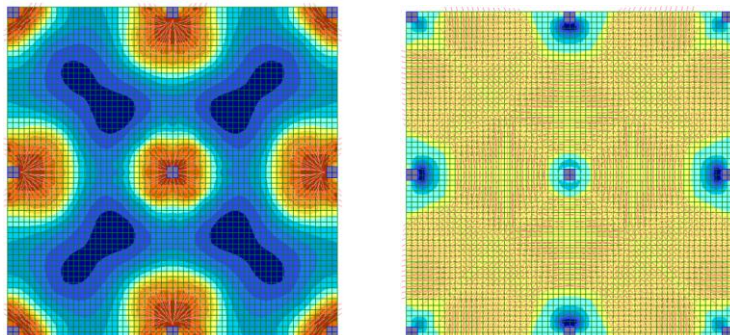
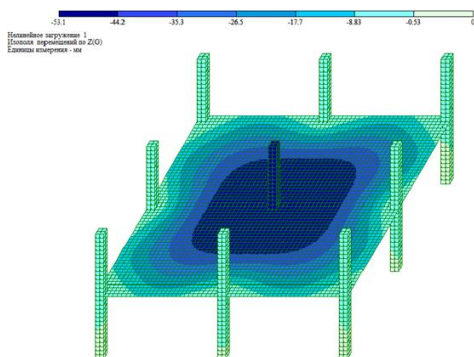


Рис.2. Картина трещинообразования у моделей 1, 2: а) - на верхней и нижней поверхностях модели 1 при нагрузке 264 т; б) – на верхней и нижней поверхностях модели 2 при нагрузке 264 т.

Максимальные перемещения у каждой модели получены в центральной части перекрытия при разрушающей нагрузке и составляют: у модели 1  $f = 4,73$  см; у модели 2  $f = 2,537$  см.

Изополю прогибов для каждой модели приведены на рис 3.

а)



б)

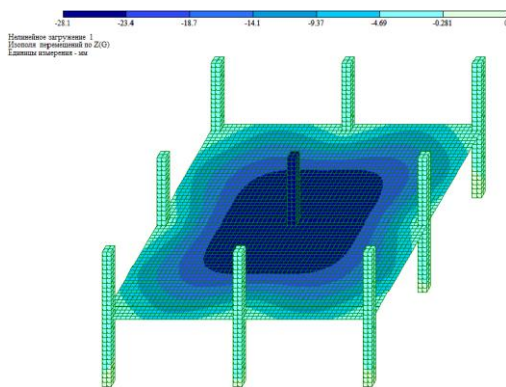


Рис.3. Изополю перемещений по оси z моделей: а) – 1; б) – 2.

Анализ результатов изополей деформирования моделей подтверждает, что при принятых условиях работы перекрытия увеличение толщины плиты уменьшает прогибы перекрытия.

Был проведен анализ напряженного состояния моделей, по изополям напряжений в которых получено, что наиболее неблагоприятными являются крайние центральные опорные зоны, в которых возникают максимальные значения напряжений. При сопоставлении полученных результатов исследования у модели 2 было получено:

- уменьшение в пролетах напряжений  $M_{x(y)}$ . В наиболее неблагоприятных крайних центральных пролетах максимальные значения изменились с 3,46 (т\*м)/м до 3,24 (т\*м)/м, что составляет 6,36%. Изополя напряжений  $M_{x(y)}$  для обоих фрагментов перекрытий показаны на рис.4;

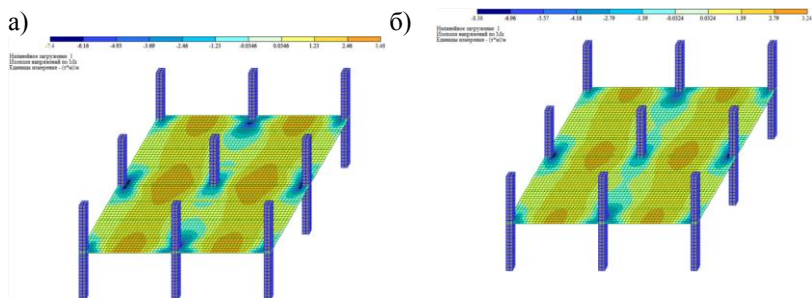


Рис.4. Изополя напряжений моделей: а)  $M_x - 1$ ; б)  $M_x - 2$ .

- в опорных зонах напряжения  $M_{x(y)}$  у моделей 1 и 2 тоже имеют значительную разницу. Максимальные значения  $M_{x(y)}$  возникают в крайних центральных опорных зонах и изменяются с 7,4 (т\*м)/м до 6,96 (т\*м)/м, что составляет 5,95%.

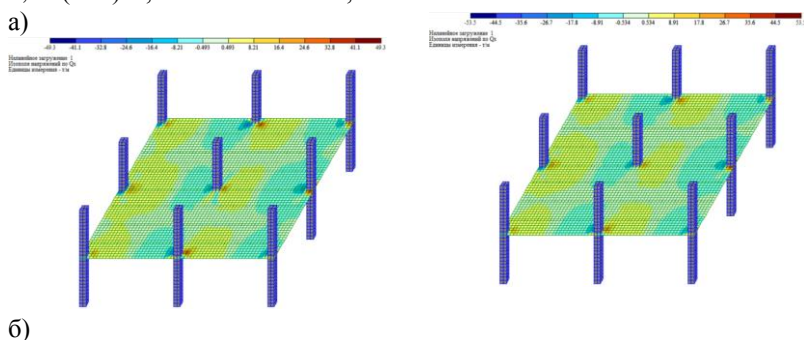


Рис.5. Изополя напряжений моделей а)  $Q_x - 1$ ; б)  $Q_x - 2$ .

- увеличение в опорных зонах максимальных напряжений  $Q_{x(y)}$ . В наиболее неблагоприятных крайних центральных опорных зонах перекрытия максимальные значения изменились с 49,3т/м до 53,5 т/м, что составляет 7,85%. Изополя напряжений  $Q_{x(y)}$  для обоих фрагментов перекрытий приведены на рис.5.;

Анализ напряженно-деформированного состояния показал, что увеличение толщины плиты перекрытия с 200 мм до 240 мм влияет на распределение напряжений в перекрытии, в результате которого происходит их увеличение в опорных зонах. При этом происходит уменьшение прогибов в пролетах перекрытия.

### **Выводы**

1. Увеличение толщины перекрытия влияет на распределение напряжений в перекрытии. При принятых для фрагментов перекрытий параметрах, в пролетах перекрытия уменьшились напряжения  $M_{x(y)}$  на 6,36%.

2. Максимальные прогибы, возникающие в середине перекрытия в зависимости от толщины перекрытия, при разрушающей нагрузке уменьшаются до 40%.

### **SUMMARY**

**In article given results of numerical investigation fragment of monolithic reinforced-concrete girderless floors of different thickness. On the basis of research were used FE-method in nonlinear formulation.**

### *Литература*

1. Городецкий А.С. ПК Лира. Версия 9.0. Программный комплекс для расчёта и проектирования конструкций. Справочно-техническое пособие. – М.: «Факт», 2003. - 364с.