

З 1959 р. до 1993 р. журнал "Промышленное строительство и инженерные сооружения"
Видається з 1993 р.

Засновники: Мінрегіонбуд України,
ПАТ "КиївЗНДІЕП", УДНДІ "Діпромісто", ДП "Укрархбудінформ",
Академія будівництва України, Творча науково-технічна спілка будівельників України

ЗМІСТ

ЖИТЛОВЕ БУДІВНИЦТВО

В.Ф. Стефанівський, М.М. Мойсєнко, Н.І. Родічкіна, А.А. Франівський

ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК ІНДУСТРІАЛЬНОГО ДОМОБУДУВАННЯ –
ШЛЯХ ДО МАСОВОГО СПОРУДЖЕННЯ ДОСТУПНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО
ЖИТЛА В УКРАЇНІ 2

УПРАВЛІННЯ ТА ЕКОНОМІКА

М.П. Денисенко, Ю.П. Кобченко

ІННОВАЦІЙНЕ ВІДТВОРЕННЯ ОСНОВНИХ ФОНДІВ ПІДПРИЄМСТВА 5

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

В.І. Дешко, Ю.В. Лохманець, О.М. Шевченко

МОДЕЛЮВАННЯ ВТРАТ ТЕПЛОТИ ЧЕРЕЗ НЕТИПОВІ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ
КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ ПРИ ЇХ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ 10

В.В. Савйовський, А.В. Палагута, А.В. Савйовський

УСТРОЙСТВО ТЕПЛО-, ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОКРЫТИЯ ЗДАНИЯ
НАПЫЛЯЕМЫМ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОМ 16

ІНЖЕНЕРНІ ВИШУКУВАННЯ

В.А. Соколов, Г.Г. Стрижельчик

НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ 19

НОРМАТИВНА БАЗА

Р.З. Уманський, И.И. Маймула, И.А. Гончаренко

ПРАКТИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ 23

М.Ш. Файнер

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ КОМЕНТАР ДО НОВИХ НОРМАТИВНИХ
ДОКУМЕНТІВ ІЗ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ
КОНСТРУКЦІЙ 26

МЕХАНІЗАЦІЯ

С.В. Бондарев, Ю.П. Горбатенко

ОБ УВЕЛИЧЕНИИ СРОКА СЛУЖБЫ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ 29

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Л.А. Мельник, Е.А. Богатыренко, Н.Г. Пупкова, А.П. Поднебесный

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СИЛОКСАНОВЫХ РЕЗИН С АМИНАМИ 31

НАУКА – БУДІВНИЦТВО

И.А. Яковенко, Т.К. Биджосян

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАСТЯНУТОГО
БЕТОНА МЕЖДУ ТРЕЩИНАМИ СОСТАВНЫХ ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ 33

М.С. Барабаш, П.И. Шпак

СПОСОБЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УЗЛОВ ПЕРЕКРЫТИЯ С
КОЛОННАМИ 38

П.Т. Матченко

ІНЖЕНЕРНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ДОВГОВІЧНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА КРИТИЧНИМИ
ДЕФОРМАЦІЯМИ 41

На 1-й та 4-й стор. обкладинки: Готель по просп. Героїв Сталінграда, 47 у м. Севастополь – переможець конкурсу "Кращі будинки і споруди, збудовані та прийняті в експлуатацію в Україні у 2009 р." у номінації "Адміністративно-офісне та готельне будівництво".

- ♦ Передрук матеріалів дозволяється тільки за письмовою згодою редакції.
- ♦ Редакція може не поділяти точки зору авторів.
- ♦ Відповідальність за підбір та висвітлення фактів у статтях несуть автори.
- ♦ За зміст реклами відповідає рекламодавець.
- ♦ Журнал "Будівництво України" віднесено ВАКом України до видань, у яких можуть публікуватися основні результати дисертаційних робіт.

СПОСОБЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УЗЛОВ ПЕРЕКРЫТИЯ С КОЛОННАМИ

М.С. Барабаш, к.т.н., П.И. Шпак

Киев

Технология монолитного бетонирования обуславливает различные особенности конструирования некоторых несущих узлов и элементов зданий. Не исключением является и конструкция с безбалочными плитами и безкапительными колоннами. Одной из актуальных проблем является расчет и конструирование узла стыка колонны и плиты в таком перекрытии. Несмотря на широкое использование в современном строительстве таких конструкций, методика расчета стыка рассматриваемых элементов отсутствует. В статье предлагается именно анализ различных способов моделирования стыка безребристой безкапительной плиты и колонны с использованием современных расчетных комплексов.

Основные принципы конструирования перекрытий с капителями были сформулированы еще в 50-е годы XX века. В настоящее время при развитии монолитного строительства вопросы конструирования решаются при рабочем проектировании стыка, при этом однозначное техническое решение отсутствует. Среди вариантов исполнения стыка можно отметить конструкцию, предложенную Кукшой Л.Л., Кузнецовым В.Д., Городецким А.С., Городецким Д.А*. Сейчас точного решения упомянутой научной задачи нет, но есть ряд предложений по компьютерному моделированию.

Для численного моделирования стыка использовался ПК "ЛИРА-САПР", реализующий численный метод дискретизации сплошной среды – МКЭ в форме перемещений. Модель формировалась из объемных и стержневых КЭ, моделирующих работу бетона и арматуры соответственно. Стыковка объемных и стержневых элементов выполнялась в узлах КЭ, при этом принималось

допущение о совместной работе бетона и арматуры на всех стадиях нагружения до разрушения одного из материалов. В стадии разрушения одному из материалов присваивается $E = 1$, тем самым моделируется выключение его из работы. Для учета неупругих свойств железобетона использовались: № 341 – физически-нелинейный изопараметрический объемный КЭ и № 310 – физически-нелинейный стержень общего положения.

Для описания деформативных свойств арматуры использовался кусочно-линейный закон деформирования.

Прочность бетона оценивалась в зависимости от вида НДС по критерию прочности А.В. Яшина, прочность арматуры – по диаграмме деформирования. В основе данного критерия лежат экспериментальные данные прочности бетона при различных соотношениях главных напряжений. Критерий позволяет учесть работу бетона на всех стадиях нагружения, учитывая закритическую (микротрещинообразование).

В ПК "ЛИРА-САПР" реализован принцип, согласно которому за несущую способность конструкции принимается нагрузка, при которой происходит разрушение КЭ, приводящее ее в механизм или в состояние геометрической изменчивости. Таким образом, разрушение одного КЭ не является критерием разрушения всей конструкции.

Расчетная схема. В работе был принят подход, при котором нагрузка на плиту определялась из условия ее несущей способности на продавливание. Уменьшенное значение величины нагрузки на плиту в стадии эксплуатации учитывалось коэффициентом 0,6.

Определение нагрузки на плиту только из расчета ее несущей способности на продавливание не оказывает значительной погрешности. В случае, если нагрузка на плиту, равная ее несущей способности по нормальному сечению, окажется меньшей, то нагрузка из условия продавливания будет превышать возможную эксплуатационную нагрузку, что идет в запас прочности.

* А.С. Городецкий, Л.Г. Батрак, Д.А. Городецкий, М.В. Лазнюк, С.В. Юсипенко. Расчет и проектирование конструкций высотных зданий из монолитного железобетона/ Киев: издательство "Факт", 2004. – 106 с.

Для сокращения размерности задачи в моделях промежуточных и крайних узлов использовался принцип симметрии. На рис. 1 приведены расчетные схемы узлов.

Приложение нагрузки выполнялось в следующей последовательности: сначала прикладывалась пошаговая нагрузка на плиту (равными частями по 1/10 от расчетной нагрузки), затем пошаговая на верхнюю колонну (равными частями по 1/50 от разрушающей).

Влияние на несущую способность и деформативность узлов нагрузки на плиту. Для исследования влияния нагрузок на плиту на несущую способность узлов, при действии сжимающих усилий со стороны верхней колонны, был выполнен расчет моделей промежуточных, крайних и угловых узлов без нагрузки и с нагрузкой на плите, при этом в расчетах изменялось отношение h/c при постоянном отношении $R_{pl} / R_{col} = 2,67$ ($R_{bpl} = 24$ МПа; $R_{bcol} = 64$ МПа).

На рис. 2 показан общий вид КЭ модели, а на рис. 3 размеры узла. В результате расчета были получены: разрушающая нагрузка и относительные деформации сжатия бетона и арматуры в вертикальном направлении в зоне плиты и колонны (рис. 4).

Аналогичные графики были получены для относительных деформаций арматуры модели промежуточного узла без нагрузки на плите, относительных деформаций бетона модели промежуточного узла с нагрузкой на плите в зависимости от напряжения в бетоне узла, относительных деформаций арматуры модели промежуточного узла с нагрузкой на плите, относительных деформаций бетона в плите в моделях промежуточного узла с нагрузкой и без нагрузки на плите в зависимости от напряжения в бетоне узла.

Из графиков следует, что у модели промежуточного узла без нагрузки на плите в стадии нагружения относительные деформации бетона плиты в вертикальном направлении больше чем у бетона колонны, но в стадии разрушения они выравниваются и достигают 0,7-0,8 %. Относительные деформации продольной арматуры колонны в зоне плиты и колонны отличаются незначительно и достигают 0,7-0,9 %. При приложении нагрузки к плите относительные дефор-

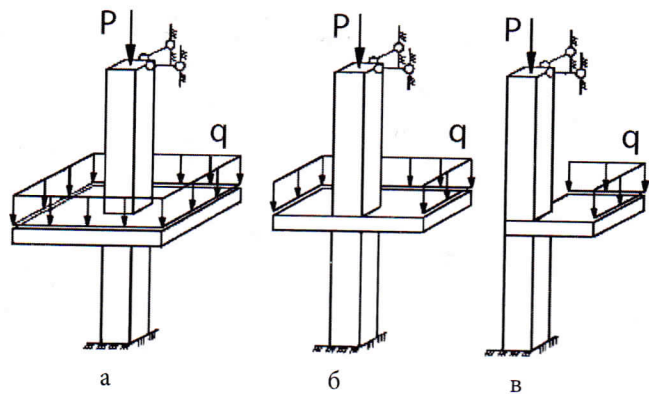


Рис. 1. Расчетные схемы моделей узлов перекрытия с колоннами:
а – промежуточный; б – крайний; в – угловой.

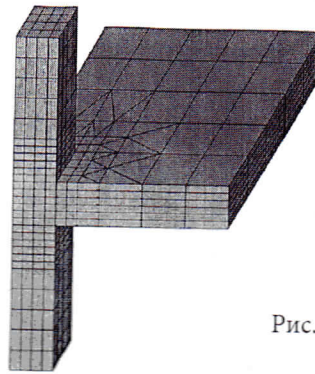


Рис. 2. Общий вид КЭ модели.

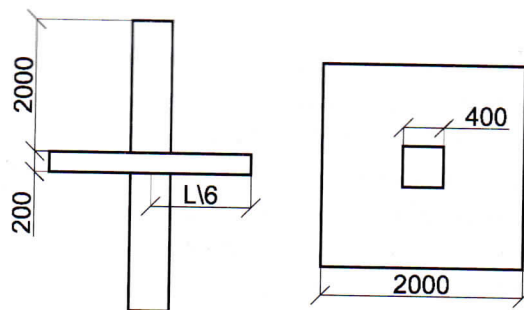


Рис. 3. Размеры модели промежуточного узла.

мации бетона плиты и колонны в вертикальном направлении в ходе нагружения отличаются более заметно, чем в модели без нагрузки на плите, и в стадии разрушения разница составляет 0,2 %. В то же время деформации арматуры плиты достигают 1,1 %, тогда как в колонне они значительно ниже и равны 0,4-0,45 %.

Из графиков относительных деформаций бетона и арматуры модели углового узла без нагрузки и с нагрузкой на плите следует, что относительные продольные деформации бетона и арматуры плиты в 3 раза превышают те же

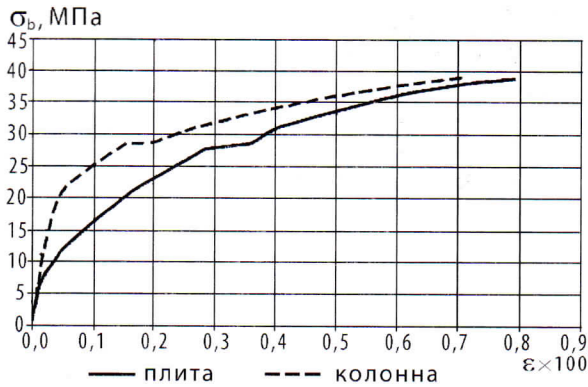


Рис. 4. Относительные деформации бетона модели промежуточного узла без нагрузки на плите в зависимости от напряжения в бетоне узла.

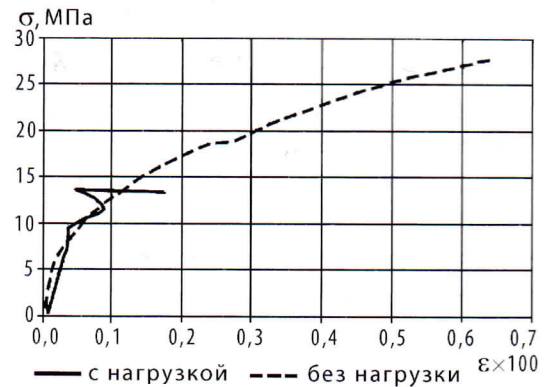


Рис. 5. Относительные деформации бетона в плите в моделях углового узла с нагрузкой и без нагрузки на плите в зависимости от напряжения в бетоне узла.

деформации в зоне колонны при отсутствии нагрузки на плите. С приложением нагрузки к плите напряжения в бетоне плиты не достигают предельных, а деформации бетона и арматуры плит в 3 раза превосходят деформации бетона и арматуры колонны. Из рис. 5 следует, что с приложением нагрузки к плите жесткость бетона узла до момента разрушения практически не отличается от жесткости узла без нагрузки, при этом напряжения в бетоне плиты в момент разрушения примерно в 2 раза меньше, чем в узле без нагрузки на плите.

Механизм разрушения моделей крайних и угловых узлов с высокопрочной арматурой был хрупким. При этом напряжения в арматуре колонны не достигали предела текучести. Поэтому при анализе результатов моделирования доля бетона в несущей способности узла вычислялась по методу приведенного сечения как для угловых узлов с обычной арматурой.

На основании результатов расчета были определены функции отношения прочности бетона узла к призменной прочности бетона плиты в виде:

- для промежуточных узлов

$$R_{bv} / R_{pl} = 1,3R_{col} / R_{pl} - 0,2 \left(\frac{R_{col}}{R_{pl}} \right)^2 - \frac{1,2h}{c} + 0,55 \left(\frac{h}{c} \right)^2 - 0,1; \quad (1)$$

- для крайних узлов

$$R_{bv} / R_{pl} = 1 + 0,64R_{col} / R_{pl} - 0,1 \left(\frac{R_{col}}{R_{pl}} \right)^2 - 0,2h/c; \quad (2)$$

- для угловых узлов

$$R_{bv} / R_{pl} = 0,3 + 0,15R_{col} / R_{pl} - 0,075 \left(\frac{R_{col}}{R_{pl}} \right)^2 - \frac{0,3h}{c} + 0,17 \left(\frac{h}{c} \right)^2. \quad (3)$$

На рис. 6 показаны поверхности прочности узлов согласно формулам (1) – (3).

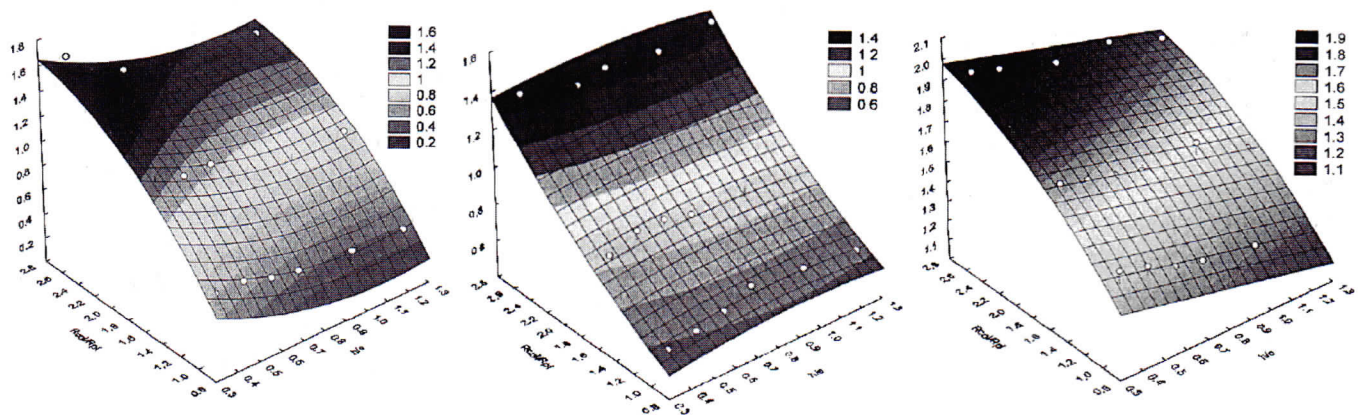


Рис. 6. Поверхности прочности узлов согласно формулам (1) – (3).

Выводы.

1. Выполненное сравнение НДС-моделей полной плиты и ее фрагмента в зоне узла показало, что наиболее близкое НДС к полной плите будет при длине консоли, равной наибольшей из $l/6$ пролета плиты или 5 толщин плиты, при этом фрагмент должен быть загружен равномерно распределенной нагрузкой по контуру плиты.
2. Результаты численного моделирования работы при помощи КЭ модели показали, что на несущую способность узлов сильное влияние оказывает действующая нагрузка на плиту, а также отношение прочности бетона колонны к прочности бетона плиты R_{col} / R_{pl} и отношение

их размеров h/c . При этом характер разрушения промежуточных и крайних узлов пластичный, а угловых – хрупкий.

3. Концентрация поперечной арматуры в узле оказывает незначительное влияние на несущую способность узла.
4. Применение высокопрочной арматуры в колонне значительно повышает несущую способность промежуточных и крайних узлов. Для угловых узлов ее влияние сказывается при отношении $R_{col} / R_{pl} > 2$. Характер разрушения крайних узлов при применении высокопрочной арматуры хрупкий.

