

УДК 539.3

Охріменко А.С.,  
Національний авіаційний університет

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ НАПРУЖЕНО-  
ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ СТИКУ НЕСУЧИХ  
КОНСТРУКЦІЙ З РІЗНОТИПОВИМИ СКІНЧЕНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ  
ВІД СПОСОБУ МОДЕЛЮВАННЯ СТИКУ В ПРОГРАМНИХ  
КОМПЛЕКСАХ**

*В статті дається аналіз існуючих можливостей по розрахунку безкапітельних перекриттів за допомогою методу скінченних елементів на підставі залежності напруженого стану плити від способів моделювання стику колони й перекриття й від застосовуваних для розрахунку програмних комплексів.*

В наш час пріоритетним напрямком у будівництві є зведення житлових та адміністративних багатоповерхових будинків. Значну частку в житловому будівництві становлять монолітні залізобетонні будинки з безбалочним каркасом. Це обумовлено тим, що дане конструктивне рішення забезпечує можливість будівництва будинків вільної конфігурації в плані, з різними об'ємно-планувальними рішеннями, а також веде до зниження трудовитрат, капітальних вкладень і витрати сталі. Зведення будинків з монолітного залізобетону дозволяє уникнути монтажних стиків у несучих конструкціях і підвищити їхню жорсткість.

Одним з основних питань при проектуванні монолітних залізобетонних будинків з безригельним каркасом є розрахунок і конструювання вузлів стику колони із плоскими перекриттями. З конструктивної точки зору, дані вузлові сполучення є «слабким місцем» у каркасі монолітного будинку через невелику товщину перекриттів і насиченості їх поздовжньою й поперечною арматурою.

Питанням застосування сучасних програмних комплексів для проектування стику колони і плоского перекриття в наш час не приділялося досить уваги. У нормативній документації відсутні методики розрахунку вузла стику розглянутих елементів з урахуванням сучасних розрахункових програмних комплексів.

**Об'єктом дослідження** в даній роботі є спосіб моделювання стику колони й плити перекриття. Досліджується залежність напружено-деформованого стану плити від способу моделювання стику колони й

перекриття в сучасних програмних комплексах ЛІРА й SCAD. **Інструментом дослідження** став метод скінченних елементів.

Показано, що спосіб моделювання приопорної зони плити перекуття й колони скінченними елементами може значно впливати на напружений стан плити в цій зоні.

Для рішення поставленого завдання формується розрахункова оболонково-стержньова модель триповерхового будинку(рис.1). Несучою системою будинку є каркас із плоскими плитами перекуття.

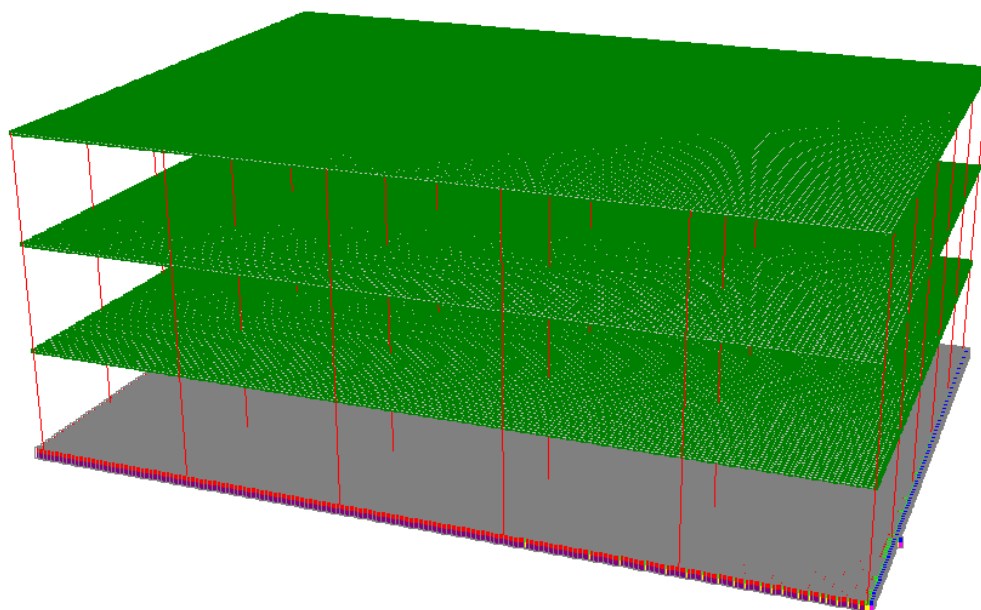


Рис.1. розрахункова оболонково-стержньова модель триповерхового будинку

Як розрахунковий випадок прийнята сітка колон - 5 x 7м (величини призначалися виходячи із практики будівництва й проектування подібних конструкцій).

Основні характеристики розрахункової моделі:

- крок колон - 5 x 7 м;
- висота поверху - 4,7 м;
- кількість поверхів - 3;
- плити перекуття - бетон В25, товщина 200 мм;
- колони - бетон В25, перетин 400 x 400 мм, довжина 4,7 м.

Як дослідна частина розрахункової моделі виділялося перекуття над другим поверхом. Подальша фрагментація здійснювалася шляхом виділення середнього прольоту в обох напрямках. Всі дослідження проводилися для виділеного кінцевого фрагменту(рис.2).

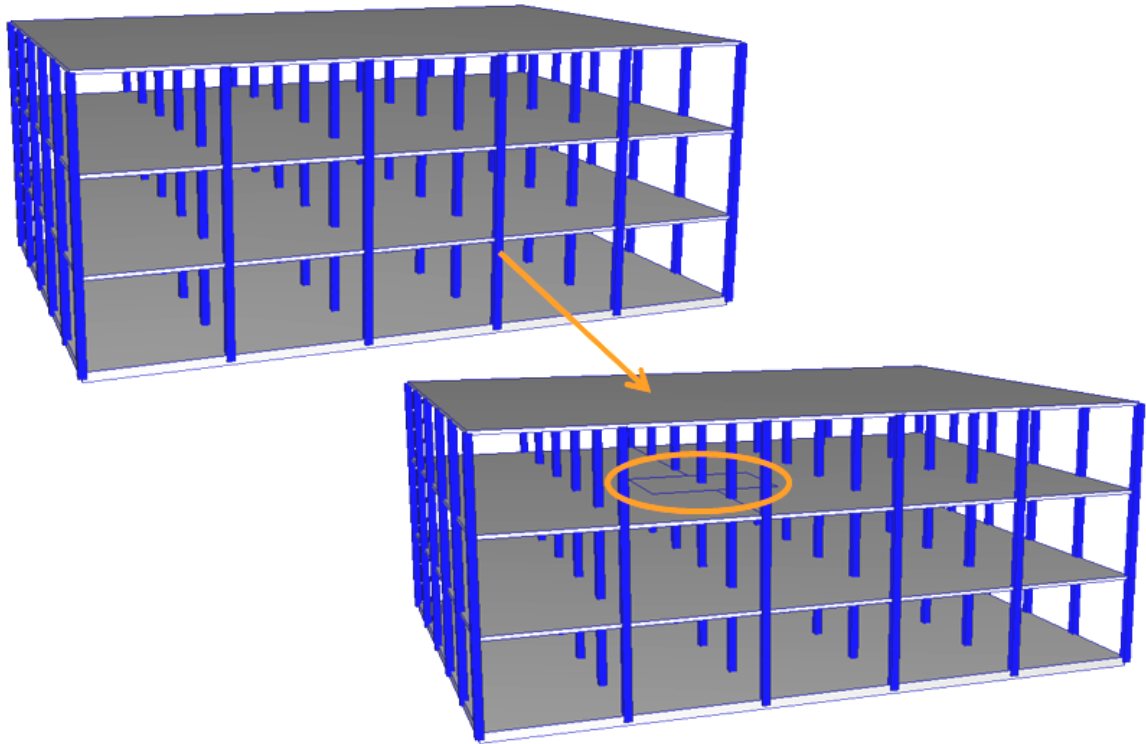


Рис. 2. Дослідна частина розрахункової моделі

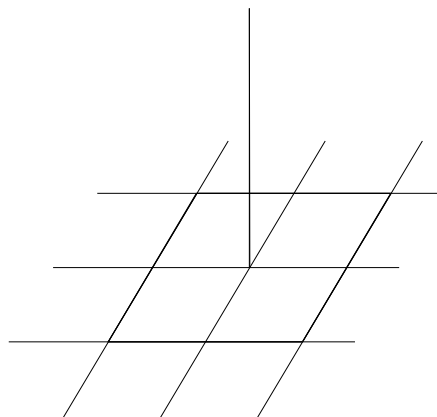
Побудова розрахункової схеми здійснювалося за допомогою алгоритмів програмного комплексу SCAD і ПК ЛІРА.

Передумови розрахункової схеми:

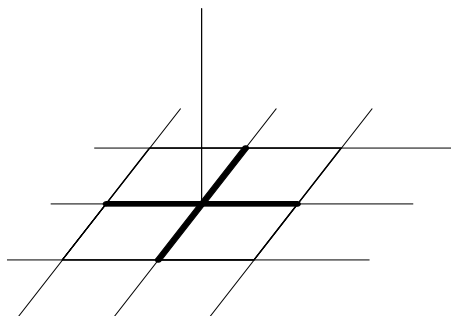
- Відсутність у конструктивній схемі будинку ядер жорсткості;
- з метою спрощення розрахункові сполучення зусиль не формуються, два навантаження: власна вага й корисна ( $500 \text{ кг/м}^2$ ) у сукупності становлять одне завантаження;
- Жорстке закріплення фундаментної плити

Для дослідження застосовувалися наступна варіанти моделювання вузла стику плити й колони в монолітному безригельному будинку :

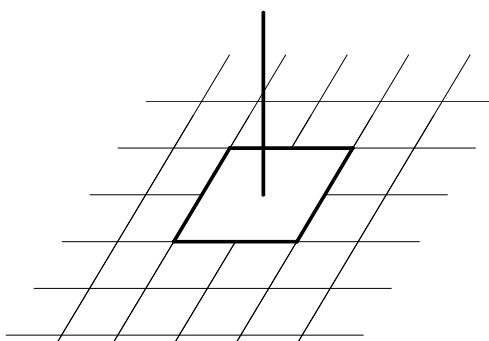
1. Простий стик стержньових елементів та елементів плити



2. Стик колони й перекриття з перехідною стержньовою системою підвищеної жорсткості в напрямку кроків колон.



3. Стик колони й перекриття з використанням абсолютно жорстких тіл.



Таким чином, в ПК ЛІРА та SCAD були сформовані п'ять розрахункових схем:

Схема 1 – Простий стик стрижневих елементів колони й елементів плити в ПК ЛІРА.

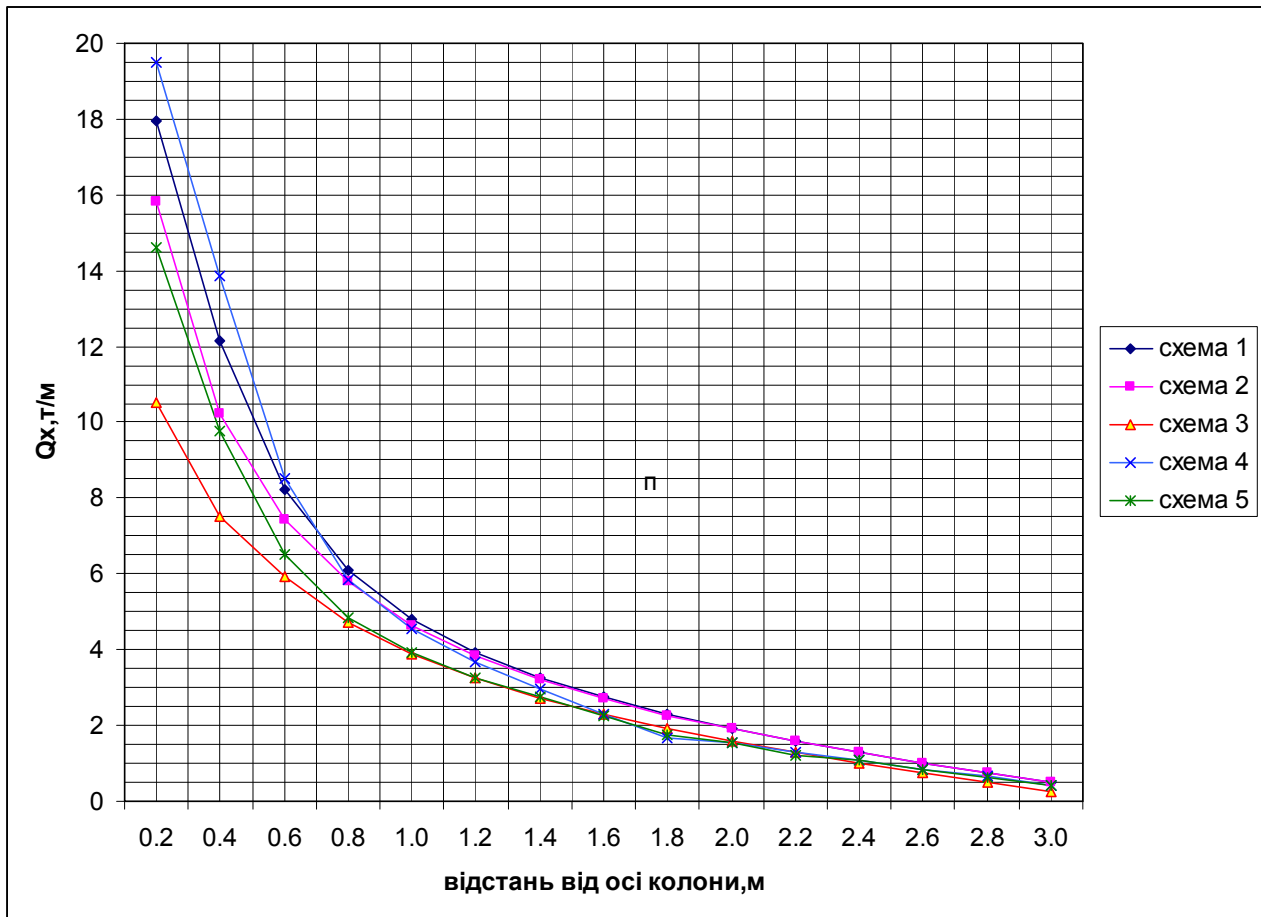
Схема 2 - Стик колони й перекриття з перехідною стержньовою системою, підвищеної жорсткості в напрямку кроків колон в ПК ЛІРА.

Схема 3- Стик колони й перекриття з використанням абсолютно жорстких тіл в ПК ЛІРА.

Схема 4- Простий стик колони й перекриття ( без перехідної стрижневої системи) в ПК SCAD.

Схема 5- Стик колони й перекриття із застосуванням перехідної стрижневої системи підвищеної жорсткості в ПК SCAD.

Як контрольна характеристика напруженого стану плити береться розподіл поперечної сили відносно осі  $x$  у системі координат. Епюра поперечних сил відслідковується тільки до половини прольоту.



### Висновки:

Аналізуючи отримані графіки можна зробити наступні висновки:

- У даному каркасі тип моделювання вузла стику колони й перекриття впливає на розподіл поперечної сили на відстані до 1,0 метра від осі колони, або 13,33% прольоту.

- Очевидно, що стандартне рішення в ПК ЛІРА й рішення без перехідної стержневої системи в ПК SCAD дає завищені результати за граничним зусиллям. Підібрана по максимальній силі розподільча система буде мати занадто великий запас несучої здатності, що приведе до збільшення витрати стали й відповідно підвищить вартість системи.

- Значення граничної поперечної сили при застосуванні жорстких вставок у ПК ЛІРА відрізняються від рішення SCAD з перехідною стрижневою групою підвищеної твердості в більшу сторону. Дані вставки можуть моделювати наявність жорсткої арматури у припорній зоні. У даному дослідженні довжини вставок дорівнюють ребру колони. У випадку ж коли використовується направлена розподільча система з жорсткою арматурою довжини її профілів можуть призначатися виходячи з габаритів некомпенсованої епюри поперечних сил припорної зони.

- Рішення вузла стику колони й плити із застосуванням жорстких тіл дає найменші і найточніші (оскільки моделюються реальні габарити колони) результати за граничним зусиллям як серед рішень ПК ЛПА, так і серед рішень ПК SCAD.

У цілому можна зробити висновок про те, що серед розглянутих рішень можна було б рекомендувати використання двох способів моделювання розподільних систем у розрахункових програмах, заснованих на методі кінцевих елементів. При відсутності в складі розподільчої системи елементів з високою жорсткістю треба застосовувати рішення ПК ЛПА з абсолютно жорсткими тілами, що дозволить забезпечити необхідну міцність стику й не допустити переармування вузла. При використанні у вузлі сполучення жорсткої арматури, її рекомендується задавати на стику колони й перекриття у вигляді перехідної стержньової системи підвищеної жорсткості в ПК SCAD

### Література

1. Кислоокий В.Н., Легостаев А.Д. Реализация метода конечных элементов в задачах исследования свободных колебаний оболочек и пластин // Соппротивление материалов и теория сооружений.- 1974.-№24.-С. 25-32.

### Аннотация

В статье дан анализ существующих возможностей по расчету безкапитальных перекрытий с помощью метода конечных элементов на основании зависимости напряженного состояния плиты от способов моделирования стыка колоны и перекрытия и от применяемых для расчета программных комплексов.

### Annotation

The article analyzes the existing opportunities for calculating flat ceilings using the finite element method based on the dependence of the stress state boards of ways of modeling the joint columns and floors and calculation software packages.