

## РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ БЕЗБАЛКОВИХ ЗБІРНИХ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЕРЕКРИТТІВ МЕТОДОМ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Стороженко Л.І., Нижник О.В., Гасій Г.М., Гапченко С. А.  
Полтавський національний технічний університет  
імені Юрія Кондратюка Полтава, Україна

**АНОТАЦІЯ:** В статті описано розрахунок елементів безбалкових збірних сталезалізобетонних перекриттів методом скінчених елементів, побудовано ізолінії, що відповідають певному проміжку величин напружень та відображають відносну величину їх розподілу до всієї конструкції перекриття.

**АННОТАЦИЯ:** В статье описан расчет элементов безбалочных сборных сталежелезобетонных перекрытий методом конечных элементов, построены изолинии, которые соответствуют определенному промежутку величин напряжений и отображают относительную величину их распределения ко всей конструкции перекрытия.

**ABSTRACT:** The calculation of elements of girderless collapsible of the steel reinforced concrete floors the method of eventual elements is described in the article, isolines are built, which correspond to the certain interval of sizes of tensions and represent the relative size of their distribution to all construction of ceiling.

**Ключові слова:** чисельний розрахунок, безбалкове перекриття, сталезалізобетон.

**Постановка проблеми.** У галузі будівництва широко упроваджуються нові сталезалізобетонні конструкції. Тому, постає питання їх дослідження й обґрунтування ефективності, використовуючи сучасні наукові методи експериментальних досліджень, оцінки напружено-деформованого стану, розрахунку. Найефективніше для таких цілей застосовувати програмне забезпечення (ПЗ), що базується на методі скінчених елементів [2], яке дозволяє детально проаналізувати НДС будь-якої конструкції.

**Аналіз останніх досліджень.** Сталезалізобетонні конструкції досить давно досліджуються як за кордоном [3], так і в Україні [1, 2], але в основному в якості несучих конструкцій мостів, колон, стійок, перекриттів тощо. Досліджувані конструкції представляють собою елементи безбалкового сталезалізобетонного перекриття в якому сталь та бетон працюють сумісно. У проведених працях не було приділено уваги аналізу НДС із застосуванням ПЗ та порівняння результатів із даними отриманих експериментальним шляхом.

**Виклад основного матеріалу.** Конструкція безбалкового сталезалізобетонного перекриття, що приводиться в якості прикладу розрахунку складається із трубобетонних колон та сталезалізобетонних плоских плит. При цьому виготовлення збірних плит для безбалкового перекриття може виконуватись безпосередньо на будівельному майданчику без застосування дорогої за вартістю опалубки.

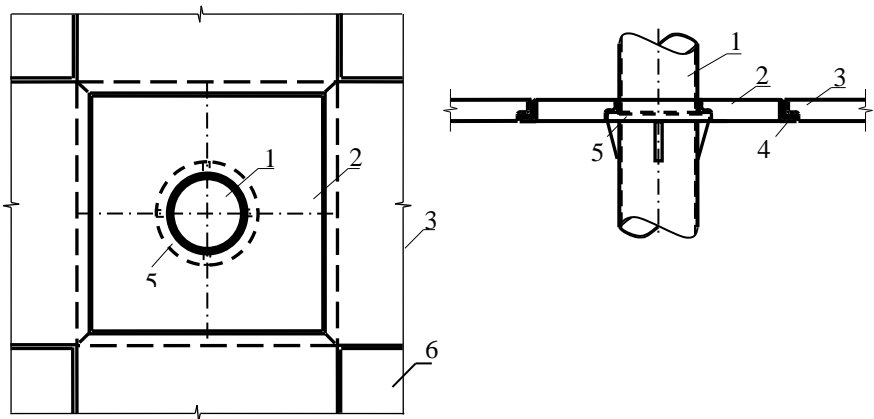


Рис. 1. Фрагмент збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття:  
1 – трубобетонна колона; 2 – надколонна плита; 3 – міжколонна плита;  
4 – сталеве обрамлення; 5 – консоль; 6 – пролітна плита

При такій схемі надколонна плита 2 безбалкового збірного сталезалізобетонного перекриття кріпиться безпосередньо до трубобетонної колони 1 за допомогою зварювання. Для передачі навантаження з перекриття на колону по її контуру встановлена консоль 5, до якої приварена плита. Консоль являє собою сталеве обрамлення зі складених кутиків. Міжколонна плита встановлюється між двома надколонними плитами та фіксується в проектному положенні за допомогою зварювання. Міжколонні та надколонні плити складаються з контурних сталевих рам, які можуть бути виготовлені з кутиків за

допомогою електрозварювання, залізобетонних плит та арматурних сіток. Такі плити виготовляються на рівній поверхні-майданчику, тому при їх виготовленні опалубка не використовується взагалі. У випадку, коли міжколонна плита повинна бути попередньо напруженою, зусилля від додаткових зусиль попередньо напруженої арматури може сприйматися каркасом із прокатних профілів.

Ефективність розглянутих елементів безбалкового сталезалізобетонного перекриття підтверджена експериментальними дослідженнями, у ході яких особлива увага приділялась місцю стикання бетону та сталевих обрамлення – на їх межі ніяких суттєвих порушень зв'язку не відмічено, що свідчить про сумісну роботу двох складових комплексної плити.

Всі ці обставини дозволяють вважати, що запропоновані збірні плити перекриття зі сталевим обрамленням можуть широко застосовуватись при зведенні громадських будівель різного призначення, зокрема при спорудженні безбалкових перекриттів, оскільки вони забезпечують гнучкість і трансформативність планувальних рішень, а також у тих випадках, коли перекриття є основним елементом, що забезпечує загальну просторову стійкість будинку, і тоді, коли воно має складну в плані форму, внаслідок чого типові конструкції збірних перекриттів не можуть бути застосовані.

Детальний аналіз конструкції в цілому та вузлових з'єднань, потребує яснішу картину характеру деформування, тому було застосовано метод скінчених елементів. При моделюванні розрахункової схеми приймалося рівномірно розподілене навантаження по площі, що прикладалося до кожного елемента, а їх кріплення до колони – жорстким. Розмір скінчених елементів приймався такий, щоб забезпечити достатню точність та найменшу тривалість розрахунку. Армвання надколонної, міжколонної та пролітної залізобетонної плити моделювалося за допомогою введення приведених характеристик – жорсткості та модулю пружності, а сталевих обрамлення із складених кутиків розбиттям на скінченні елементи з характеристиками сталі. Завдяки особливості виготовлення цих плит, об'єднання сталевих обрамлення та залізобетонної плити у одну цілісну конструкцію здійснювалося з'єднанням вершин об'ємних скінчених елементів.

Основна увага при дослідженні безбалкового сталезалізобетонного перекриття, була приділена найвідповідальнішому елементу – надколонній плиті, оскільки вона передає навантаження від всієї конструкції на консоль, що з'єднана з труботетонною колоною.

За результатами розрахунку було побудовано ізолінії, що відповідають певному проміжку величин напружень та відображають відносну величину їх розподілу до всієї конструкції перекриття (рис.2, 3).

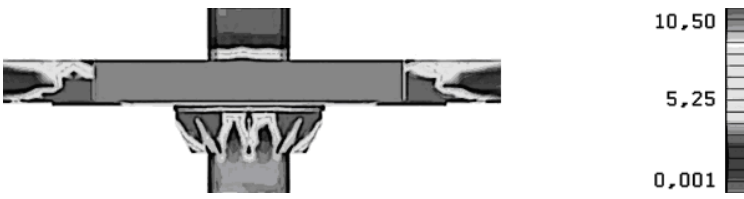
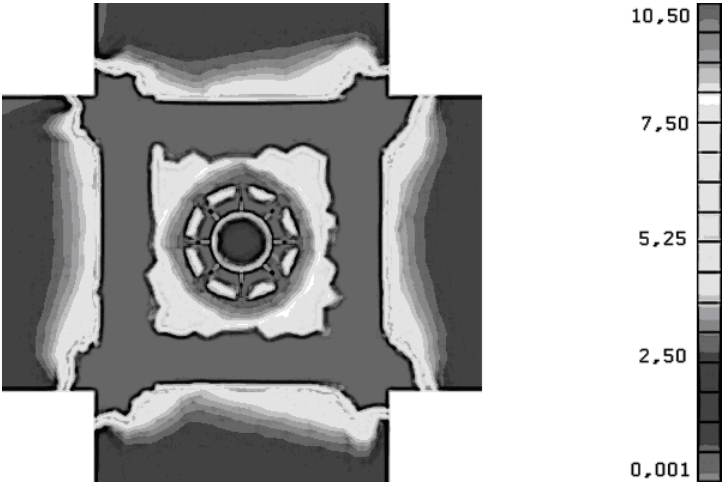
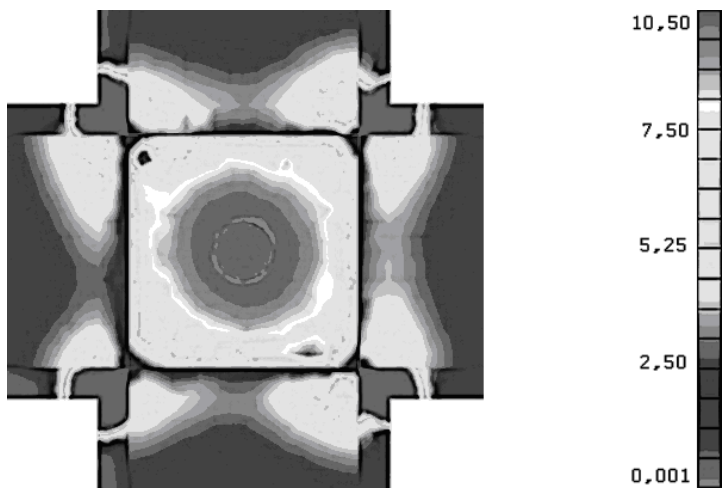


Рис.2. Ізолінії напружень досліджуваних зразків, МПа

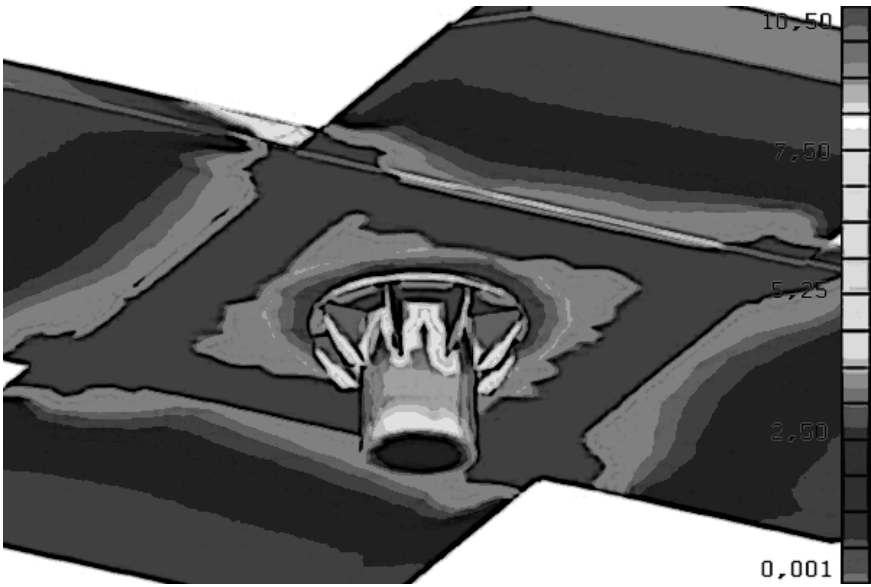
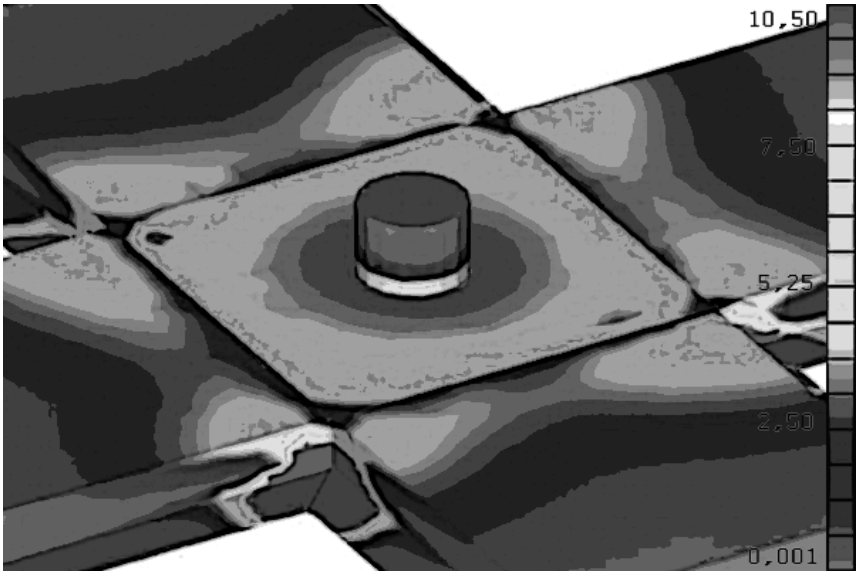


Рис.3. Ізолінії напружень досліджуваних зразків, МПа

Найбільші концентрації напружень знаходилися в місцях з'єднань надколонної та міжколонної плит перекриття та у місці з'єднання надколонної плити та трубобетонної колони.

В цілому отримані результати мають високу збіжність з результатами експериментальних досліджень, що дає можливість стверджувати про ефективність запропонованих конструкцій та можливість їх проектування за результатами розрахунку методом скінченних елементів, реалізованого у програмне забезпечення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні конструкції. /Л.І. Стороженко, О.В. Семко, В.Ф. Пенц – Полтава: ПолтНТУ, 2005. – 181 с.
2. Стороженко Л.І. Дослідження і проектування сталезалізобетонних структурних конструкцій: Монографія /Л.І. Стороженко, В.М. Тимошенко, О.В. Нижник, Г.М. Гасій, С.О. Мурза. – Полтава: АСМІ, 2008. – 262 с.
3. Composite Construction in Steel and Concrete III, Proceedings of an Engineering Foudation Conference, Swabian Conference center Irsee, Germany. June 9–14, 1996, Edited by C.Dale Buckner and Bahram M.Shahrooz.
4. Стороженко Л.І. Структурно-вантові сталезалізобетонні конструкції покриття [Текст] / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій // Каталог сучасних наукових розроблень Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. – 2011. – С. 43–44.
5. Стороженко Л.І. Структурно-вантові сталезалізобетонні конструкції покриттів / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій // Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація: зб. наук. статей. – Кривий Ріг: КТУ, 2011. – Вип. 9. – С. 168–172.
6. Стороженко Л.І. Пошук оптимальних параметрів структурно-вантових сталезалізобетонних покриттів за критерієм напружень розтягу в нижньому поясі / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій, Ю.Л. Гладченко // Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація: зб. наук. статей. – Кривий Ріг: КТУ, 2011. – Вип. 9. – С. 173–179.