

УДК 624.012.35

**УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ СЕРЕДНЬОЇ ПЛИТИ  
БЕЗКАПІТЕЛЬНО-БЕЗБАЛКОВОЇ КАРКАСНОЇ КОНСТРУКТИВНОЇ  
СИСТЕМИ**

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ СРЕДНЕЙ  
ПЛИТЫ БЕЗКАПИТЕЛЬНО-БЕЗБАЛОЧНОЙ КАРКАСНОЙ  
КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ**

**PERFECTING DESIGN SCHEME OF MEDIUM PLATE IN UNCAPITAL-  
UNGRADER FRAME STRUCTURAL SYSTEM**

**Павликов А.М., д.т.н., проф., Балясний Д.К., аспірант** (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка)

**Павликов А.Н., д.т.н., проф., Балясний Д.К., аспірант** (Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка)

**Pavlikov A., doctor of technical sciences, professor, Balyasnyi D., postgraduate** (Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University)

**Висвітлено вдосконалену розрахункову схему середньої плити безкапітельно-безбалкової каркасної конструктивної системи з урахуванням деформацій сумісних елементів усього перекриття**

**Отображено усовершенствованную расчетную схему средней плиты безкапитально-безбалочной каркасной конструктивной системы с учетом деформирования совместных элементов перекрытия**

**Deals with advanced design scheme medium plate of uncapital-ungrader frame structural system based on compatible deformation elements all overlap**

**Ключові слова:**

Навантаження, руйнування, зусилля.

Нагрузка, разрушение, усилие.

Load, destruction, effort.

**Вступ.** Сьогодні будівельна галузь потребує економічніших та ефективніших конструктивних систем будівель, конструкцій, матеріалів та технологій. Одним із рішень цієї проблеми є впровадження в будівництво збірної безкапітельно-безбалкової каркасної конструктивної системи,

вдосконаленої на основі системи «КУБ-2,5» [1]. Ця конструктивна система має ряд переваг таких як вільне архітектурно-планувальне рішення, швидкість зведення будівель, простота в освоєнні виготовлення елементів будівлі тощо.

Перші впровадження безкапітельно-безбалквої каркасної конструктивної системи в будівництво здійснені в середині минулого століття. Але зведені будівлі на основі цієї систем мали багато недоліків, тому не отримали масового розповсюдження. За останні роки розвитку будівельної галузі безкапітельно-безбалкова конструктивна система зазнала багатьох змін та удосконалень і сьогодні набуває широкого розповсюдження.

**Аналіз останніх досліджень.** Із самого початку створення безкапітельно-безбалкової каркасної конструктивної системи виникла проблема її розрахунку, через те що дана система працює у двох напрямках і в ній відсутні ригелі. Саме ці фактори викликали певні труднощі з розрахунком у частині створення розрахункових схем. Авторами перших наближених методів розрахунку були: Штаерман М.Я. [2] та Маркус Г. [3]. На сьогодні розроблені більш досконалі методи розрахунку таких систем: серед них метод замінювальних рам та метод граничної рівноваги.

Приклади використання методу замінювальних рам наведено в багатьох джерелах [1, 2, 4, 5]. Цей метод, при визначенні внутрішніх зусиль, полягає в заміні безкапітельно-безбалкової конструктивної системи стержневими рамами, розташованими у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Цей метод розрахунку має свої переваги та недоліки, але основна проблема полягає в тому, що така схема не відповідає дійсній роботі каркасу під навантаженням. Особливо це стосується перекриття.

Аналізуючи останні пропозиції щодо розрахунку безкапітельно-безбалкової конструктивної системи можна зробити висновок, що найдоцільніше застосовувати для цього метод граничної рівноваги. При цьому середню плиту пропонується розраховувати як опертю по контуру на жорстку опору [6, 7]. Але це суперечить деформованій схемі перекриття в граничному стані (рис. 1), адже міжколонні плити, на які спирається середня плита, можуть деформуватися і цим самим впливають на несучу здатність та нупружено-деформований стан середньої плити.

Метод граничної рівноваги вперше описаний Гвоздевим А.О. [8], а пізніше застосований для статично невизначених плит Дубінским А.М. [9], був рекомендований НІІЖБом для розрахунку статично невизначених залізобетонних конструкцій [6]. Цей метод доволі точний та не потребує залучення ЕОМ для визначення зусиль. Він дозволяє врахувати умови опирання плит та їх взаємодію між собою. Цей метод застосовувати найдоцільніше, але розрахункову схему слід уточнити.

**Постановка задачі та мета дослідження.** Метою даної статті є вдосконалення розрахункової схеми середньої плити безкапітельно

безбалкової конструктивної системи з метою вдосконалення розрахунків, що враховуватимуть сумісність деформації із сусідніми плитами.

**Методика досліджень.** За основу дослідження прийнято кінематичний спосіб методу граничної рівноваги та його застосування до розрахунку несучої здатності середньої плити безкапітельно-безбалкової конструктивної системи. Особливу увагу приділено моделюванню деформування перекриття в граничному стані та встановлення розташування ліній утворення пластичних шарнірів.

**Результати досліджень.** Для визначення внутрішніх зусиль, запропоновано використовувати кінематичний спосіб методу граничної рівноваги. На цій основі складено рівняння рівності віртуальних робіт зовнішніх сил та внутрішніх зусиль на відповідних переміщеннях. Це рівняння записано стосовно прийнятої схеми деформування перекриття в граничному стані (рис. 1).

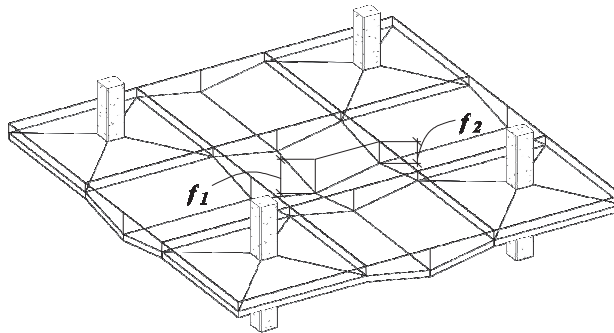


Рис.1. Деформована схема перекриття в граничному стані

З наведеної схеми на рисунку 1 видно, що пластичний шарнір з міжколонної плити розповсюджується і на середню плиту. Тобто, в результаті сумісної роботи середніх та міжколонних плит деформований стан перекриття безкапітельно-безбалкової каркасної конструктивної системи в граничному стані набуває вигляду (рис. 2). Середня плита в момент руйнування набуває вигляд подібний до плити обпертої з чотирьох кутів, що є відмінним від схем, наведених в багатьох джерелах, зокрема в [6,7]. Запропоновану схему деформування середньої плити безкапітельно-безбалкової конструктивної системи в граничному стані підтверджують експериментальні дані, викладені в роботі [5, рис. 51], а саме схема утворення тріщин.

Для запропонованої розрахункової схеми середньої плити, були враховані реакції сусідніх плит. Тобто, за сутністю це опорні реакції даної плити на міжколонні плити. Приймаючи схему передачі зусиль, описану в [10] (рис. 3, а), прийнято реакцію опор зображувати у вигляді трикутників з максимумом  $q_1$  по середині, розподілених уздовж граней середніх плит (рис. 3,б).

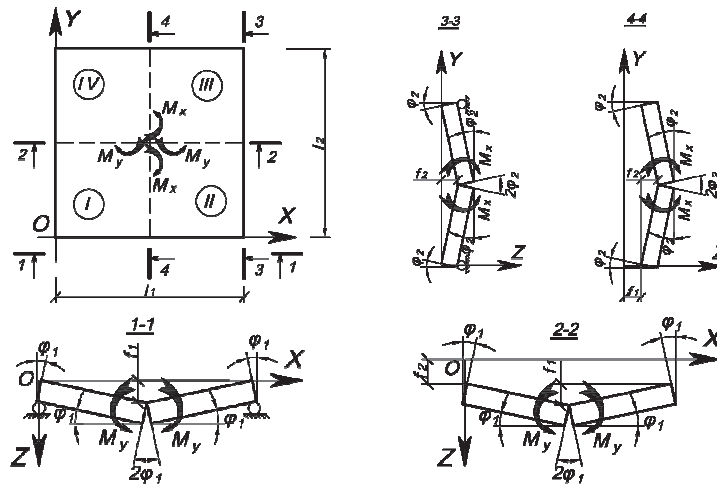


Рис. 2. Розрахункова схема середньої плити в граничному стані.

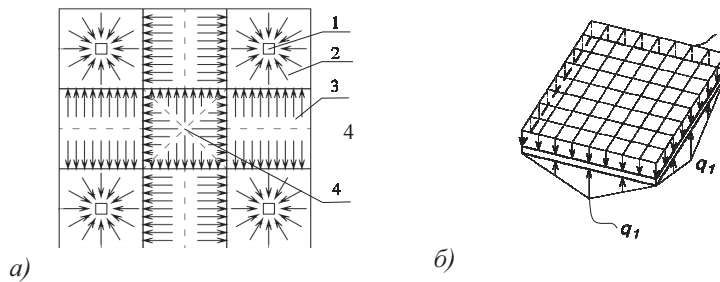


Рис. 3. Схема розподілу навантажень: а) загальна схема передачі навантажень між елементами; б) схема завантаження середньої плити; 1) колона; 2) надколонна плита 3) міжколонна плита 4) середня плита

Середня плита безкапітельно-безбалкової конструктивної системи являється статично невизначеною системою, тому на внутрішні зусилля будуть впливати будь які деформації опор та їх жорсткість. Опорами, для середньої плити, являються міжколонні плити. Встановлено, що жорсткість міжколонних плит впливає на несучу здатність середніх плит. Для прикладу, якщо умовно прийняти жорсткість опор такою, що наближається до нуля, тоді ця опора не сприйматиме навантаження. При цьому внутрішні зусилля можна визначати як для плити опертої по чотирьох кутах. В такому випадку все навантаження від середніх плит умовно передаватиметься на надколонні плити у вигляді зосереджених сил.

У випадку коли жорсткість опор буде наближатись до безкінечності, закріплення плити можна приймати як оперте по контуру. У цьому випадку схема руйнування плити буде набувати класичного вигляду (у формі конверту), навантаження від середньої плити передаватиметься на

міжколонні плити, але ним можна знехтувати в методі граничної рівноваги, оскільки деформації абсолютно жорстких опор рівні нулю. Отже і робота на цих ділянках рівна нулю.

Розглядаючи роботу реальної конструкції безкапітельно-безбалкової каркасної конструктивної системи та враховуючи схему сумісного деформування елементів перекриття в граничному стані можна стверджувати, що жорсткість міжколонних плит дозволяє утворюватися пластичним шарнірам за схемою, зображеною на рисунку 2.

На основі експериментальних досліджень, за схемою розташування тріщин при випробуванні фрагмента перекриття [5 рис. 51], можна зробити висновок, що навантаження, яке передається від середніх плит повністю сприймається міжколонними плитами, оскільки на надколонних плитах відсутні тріщини від концентрованих силових факторів на кутах. А отже, жорсткість міжколонних плит дозволяє утворюватися запропонованій схемі руйнування та повністю забезпечує сприйняття навантаження, що передається відсередніх плит.

**Висновки.** В даній роботі розроблена більш досконала розрахункова схема несучої здатності середньої плити безкапітельно-безбалкової конструктивної система, яка враховує сумісність деформацій із сусідніми плитами. Ця схема враховує роботу сусідніх плит перекриття, що дозволяє більш точно визначати несучу здатність середніх плит та врахувати їх жорсткість. Дана схема дозволить більш економічно та ефективно використовувати арматурну сталь в розглянутій плиті.

1. Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса. Основные положения по расчету, монтажу и компоновке зданий: рабочий проект в 9-ти выпусках. Серия «КУБ-2,5». Выпуск 1-1. / Фирма «КУБ» СП «ИН-ЭКС», Научно-проектно-строительное объединение монолитного домостроения (НСПО «МОНОЛИТ»). – М., 1990. – 49 с. 2. Штаерман М.Я. Безбалочные перекрытия: пособие по проектированию / М.Я. Штаерман, А.М. Ивянский; науч. ред. Л.Е. Темкин. – Москва: Гос. издат. по строит. и арх., 1953. – 335с. 3. Маркус Г. Теория упругой сетки и ее приложение к расчету плиты и безбалочных перекрытий. Киев: Гостехиздат Украины, 1936. - 442 с. 4. Глуховский Д.А. Железобетонные безбалочные безкапитальные перекрытия для многоэтажных зданий / Д.А. Глуховский; науч. ред. Л.Е. Темкин. – Москва: Гос. издат. по строит. и арх., 1956. – 60с. 5. Дорфман А.Э. Проектирование безбалочных бескапитальных перекрытий / А.Э. Дорфман, Л.Н. Левонтин. – М.: Стройиздат, 1975. –124 с. 6. Руководство по расчету статически неопределимых железобетонных конструкций. НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1975. –193 с. 7. Гарькава О.В. Розрахунок міцності середньої плити перекриття безкапітельно-безбалкової конструктивної системи будівель / О.В. Гарькава // Зб. наук. пр. (ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди). – вип.29. – м. Рівне: НУВГП, 2014. – С. 86-93. 8. Гвоздев А.А. Расчет несущей способности конструкций по методу предельного равновесия / А.А. Гвоздев; науч. ред. М.С. Бернштейн. – М.: Стройиздат, 1949. –280 с. 9. Дубинский А.М. Расчет несущей способности железобетонных плит / А. М. Дубинский. – К.: Гос. издат. по строит. и арх. УССР, 1961. – 184 с. 10. Микитенко С.М. Розрахунок несучої здатності залізобетонних міжколонних плит безкапітельно безбалкових перекриттів методом граничної рівноваги / С.М. Микитенко // Зб. наук. пр. УкрДАЗТ – вип.151 – м. Харків: УкрДАЗТ, 2015 – С.82-89.