

УДК 624.075

ЗБІРНЕ БЕЗБАЛКОВЕ ПЕРЕКРИТТЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДИФІКОВАНИХ КРУГЛОПУСТОТНИХ ПЛИТ

СТОРОЖЕНКО Л.І. ^{1*}, *д.т.н, проф.*,
НИЖНИК О.В. ², *д.т.н, с.н.с.*,
МУРЗА С.О. ³, *к.т.н, докторант*,
ТЕГЗА І.І. ⁴, *здобувач*.

^{1*} Кафедра конструкцій з металу дерева і пластмас, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, 36011, Полтава, Україна, тел. +38 (05322) 2-98-75, e-mail: storleonid@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7864-6088

² Кафедра організації й технології будівництва та охорони праці, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, 36011, Полтава, Україна, тел. +38 (05322) 2-98-75, e-mail: alnizhnik@i.ua ORCID ID: 0000-0002-2672-1987

³ Кафедра конструкцій з металу дерева і пластмас, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, 36011, Полтава, Україна, тел. +38 (05322) 2-98-75, e-mail: s_murza@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3256-5634

⁴ Кафедра конструкцій з металу дерева і пластмас, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, 36011, Полтава, Україна, тел. +38 (05322) 2-98-75, e-mail: tegza_v@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7729-4615

Анотація. Мета. Основна мета полягає у пошуку нових видів сполучення бетону та сталі, досягненні більш високих техніко-економічних показників споруд за рахунок використання переваг кожного з компонентів комплексних конструкцій при одночасному усуненні їх недоліків. **Методика.** Аналіз проведених теоретичних та експериментальних досліджень різних конструктивних схем перекриття. **Результати.** Подальшим кроком в модифікації збірних та збірно-монолітних каркасів будівель і споруд є поєднання збірних круглопустотних плит, їх модифікацій та сталезалізобетонного ригельного каркасу. Задачі спрямовані на пошук раціональних параметрів таких конструкцій, дослідження їх міцності і деформативності та впровадження результатів у будівництво є доцільними та актуальними. За результатами досліджень запропоновано новий тип конструкції перекриття з використанням модифікованих круглопустотних плит, використання якого дозволило досягти більш високих техніко-економічних показників споруд за рахунок використання переваг модифікованих залізобетонних круглопустотних плит та компонентів комплексних конструкцій. **Наукова новизна.** Аналіз проведених досліджень показав що, використання в конструкції перекриття модифікованих круглопустотних плит дозволяє зменшити металоємність перекриття та підвищити швидкість монтажу. **Практична значимість.** Однією з основних переваг даної системи є вартість зведення каркасу. До 95% перекриття складають круглопустотні плити. Квадратний метр круглопустотної плити коштує найдешевше із будь-якого перекриття. В системі „Куб 2,5” квадратний метр перекриття коштує в 2-3 рази дорожче, а в монолітному каркасі в 4-5 разів дорожче. Проте у порівнянні з системою „Куб 2,5” та із монолітним каркасом, представлена система має додаткові витрати на ригелі по зовнішньому обводу будівлі, але їхня кількість і їх об’єм невеликий і дає зовсім незначне збільшення вартості. Окрім того дані ригелі будуть виконувати роль огорожуючих конструкцій, що додатково підвищить жорсткість каркасу.

Ключові слова: сталезалізобетонні конструкції; плити, сумісна робота.

СБОРНОЕ БЕЗБАЛОЧНОЕ ПЕРЕКРЫТИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КРУГЛОПУСТОТНЫХ ПЛИТ

СТОРОЖЕНКО Л. И. ^{1*}, *д.т.н, проф.*,
НИЖНИК О.В. ², *д.т.н, с.н.с.*,
МУРЗА С.А. ³, *к.т.н, докторант*,
ТЕГЗА И.И. ⁴, *соискатель*.

^{1*} Кафедра конструкций из металла дерева и пластмасс, Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Первомайский проспект, 24, 36011, Полтава, Украина, тел. +38 (05322) 2-98-75, e-mail: storleonid@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7864-6088

² Кафедра организации и технологии строительства и охраны труда, Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Первомайский проспект, 24, 36011, Полтава, Украина, тел. +38 (05322) 2-98-75, e-mail: alnizhnik@i.ua ORCID ID: 0000-0002-2672-1987

³ Кафедра конструкций из металла дерева и пластмасс, Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Первомайский проспект, 24, 36011, Полтава, Украина, тел. +38 (05322) 2-98-75, e-mail: s_murza@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3256-5634

⁴ Кафедра конструкций из металла дерева и пластмасс, Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Первомайский проспект, 24, 36011, Полтава, Украина, тел. +38 (05322) 2-98-75, e-mail: tegza_v@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7729-4615

Аннотация. Цель. Основная цель заключается в поиске новых видов объединения бетона и стали, достижении более высоких технико-экономических показателей сооружений за счет использования преимуществ каждого из компонентов комплексных конструкций при одновременном устранении их недостатков. **Методика.** Анализ проведенных теоретических и экспериментальных исследований различных конструктивных схем перекрытия. **Результаты.** Дальнейшим шагом в модификации сборных и сборно-монолитных каркасов зданий и сооружений является сочетание сборных круглопустотных плит, их модификаций и сталежелезобетонного ригельного каркаса. Задачи направлены на поиск рациональных параметров таких конструкций, исследование их прочности и деформативности и внедрение результатов в строительство являются целесообразными и актуальными. По результатам исследований предложен новый тип конструктивной схемы перекрытия с использованием модифицированных круглопустотных плит, использование которого позволило достичь более высоких технико-экономических показателей сооружений, за счет использования преимуществ модифицированных железобетонных круглопустотных плит и компонентов комплексных конструкций. **Научная новизна.** Анализ проведенных исследований показал, что, использование в конструкции перекрытия модифицированных круглопустотных плит позволяет уменьшить металлоемкость перекрытия и повысить скорость монтажа. **Практическая значимость.** Одним из основных преимуществ данной системы является стоимость возведения каркаса. До 95% перекрытия составляют круглопустотные плиты. Квадратный метр круглопустотные плиты стоит дешевле с любого перекрытия. В системе "Куб 2,5" квадратный метр перекрытия стоит в 2-3 раза дороже, а в монолитном каркасе в 4-5 раз дороже. Однако по сравнению с системой "Куб 2,5" и с монолитным каркасом, представленная система имеет дополнительные расходы на ригели по внешнему периметру здания, но их количество и их объем незначителен и дает совсем незначительное увеличение стоимости. Кроме того данные ригели будут выполнять роль ограждающих конструкций дополнительно повысит жесткость каркаса.

Ключевые слова: сталежелезобетонные конструкции; плиты, совместная работа.

PREFABRICATED BEAMLESS SLAB WITH MODIFYING OF HOLLOW PLATES

STOROZHENKO L.I. ^{1*}, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
NIZHNIK O.V. ², *Dr. Sc. (Tech.), Senior Researcher*,
MURZA S.O. ³, *Ph.D., Doctoral student*,
TEGZA I.I. ⁴, *Postgraduate student*.

^{1*} Department of constructions of metal, wood and plastics, the Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Pervomajskij Prospect, 24, 36011, Poltava, Ukraine, tel. +38 (05322) 2-98-75, e-mail: storleonid@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7864-6088

² Department of organization and technology of building and health safety, the Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Pervomajskij Prospect, 24, 36011, Poltava, Ukraine, tel. +38 (05322) 2-98-75, e-mail: almizhnik@i.ua ORCID ID: 0000-0002-2672-1987

³ Department of constructions of metal, wood and plastics, the Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Pervomajskij Prospect, 24, 36011, Poltava, Ukraine, tel. +38 (05322) 2-98-75, e-mail: s_murza@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3256-5634

³ Department of constructions of metal, wood and plastics, the Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Pervomajskij Prospect, 24, 36011, Poltava, Ukraine, tel. +38 (05322) 2-98-75, e-mail: tegza_v@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7729-4615

Abstract. Purpose. The main goal is to find new kinds of unification of concrete and steel, achieving a high technical and economic indicators of structures through the use of the advantages of each of the components of complex structures while eliminating their disadvantages. **Methodology.** The analysis of theoretical and experimental studies of various constructive schemes overlap. **Findings.** The next step in the modification of modular and prefabricated monolithic skeletons of buildings and structures is a combination of hollow precast slabs, their modifications and complex designs transom frame. Tasks aimed at finding rational parameters of such structures, the study of their strength and deformability and implementation of the results in the construction are appropriate and relevant. According to the research proposed a new type of structural schemes using modified overlap of hollow plates, use of which is possible to achieve a high technical and economic indicators of structures, by taking advantage of hollow-modified concrete slabs and components of complex structures. **Originality.** Analysis of the research showed that the use of the modified floor structure of hollow slabs of metal to reduce overlap and increase the speed of installation. **Practical value.** One of the main advantages of this system is the cost of the construction of the frame. Up to 95% overlap is of hollow plate. Square meter of hollow slab is cheaper any overlap. The system "Cube 2.5" square meter of slab is 2-3 times more expensive, and in the monolithic frame of 4-5 times more expensive. However, compared with the "Cube 2.5" with monolithic frame, representation of the system has the additional costs of cross-bars on the outer perimeter of the building, but their number and their amount is insignificant and gives a very slight increase in cost. Besides these beams will serve as walling further increase the stiffness of the frame.

Keywords: composite structures; slabs; compositely work;

Постановка проблеми

В останні роки в нашій країні докорінно змінилися підходи до вибору конструктивних рішень, методів технології та організації будівництва. На даний час чітко проявляються нові тенденції в утворенні будівельних конструкцій для відповідальних споруд різного призначення та в урахуванні специфічних особливостей їх безпечної довготривалої експлуатації. Пріоритетним напрямом у будівельній галузі є спорудження багатопверхових житлових та адміністративних будівель. Значну частку в житловому будівництві складають будівлі із залізобетонним безбалковим каркасом. Це зумовлено тим, що таке рішення забезпечує можливість спорудження будівель будь-якої конфігурації в плані з різними об'ємно-планувальними рішеннями. Створення конструкції каркасу з безбалковим перекриттям, що забезпечує сприйняття не тільки вертикальних, але й горизонтальних навантажень, дає можливість удосконалити сучасні традиційні методи конструювання каркасних будівель [1, 3]. У той же час сучасний рівень науково-технічного прогресу дозволяє створювати конструкції, що володіють високою надійністю, практичністю з їх використання та економічністю. В багатьох країнах світу значна частка будівельних конструкцій, що застосовують для зведення каркасних будівель та споруд приходить на сталезалізобетон, відомий своїми беззаперечними перевагами.

Сучасні завдання розвитку будівництва ставлять нові вимоги щодо виробництва будівельних конструкцій та їх модернізації на основі науково-технічного прогресу, який полягає в економії матеріалів і трудовитрат при їх виготовленні та монтажу, а також надійності будівель та споруд.

Істотний ефект при впровадженні нових модернізованих конструктивних рішень можливо досягти за рахунок оптимального поєднання фізико-технічних параметрів елементів за схемою "конструкція-матеріал-технологія". За цією схемою основна частка економії утворюється, по-перше, за рахунок як найбільш ширшого використання вже існуючого потенціалу заводів збірних залізобетонних конструкцій, зокрема використання круглопустотних плит, а по-друге, використання прогресивних сталезалізобетонних конструкцій, які поєднують переваги сталі і бетону та дозволяють зменшувати конструктивну висоту елементів каркасу.

Аналіз останніх досліджень

Конструкція безбалкових перекриттів була запатентована в США в 1902 році. Перша будівля з таким перекриттям була побудована в Москві в 1908 році під керівництвом А.Ф. Лолейта. Перші розрахункові обґрунтування були надані в 1933 році О.О. Гвоздевим та В.І. Мурашевим. Результати теорії та практики розрахунку таких перекриттів були

закріплені в 70-х роках нормативними документами, які в теперішній час є основними, що регламентують розрахунок безбалкових перекриттів. В наш час досить інтенсивно та продуктивно досліджуються залізобетонні та комплексні сталезалізобетонні безбалкові перекриття та їх окремі елементи.

На теперішній час широко розповсюджені в будівництві безбалкові, без капітельні та безригельні конструкції покриття перекриття. Зокрема такі конструктивні системи типу КУБ 2.5, АРКОС (рис.1), СОЧИ, РАДИУСС, конструктивна схема по серії 1.020-1/83, та ін.



Рис. 1. Каркас перекриття системи типу АРКОС /
Frame flooring systems such ARKOS

Такі конструктивні системи забезпечують можливість спорудження будівель довільної конфігурації в плані з різними об'ємно-планувальними рішеннями. Створення конструкції каркасу з безбалковим перекриттям, що забезпечує сприйняття не тільки вертикальних, але й горизонтальних навантажень, дає можливість покращити сучасні традиційні методи конструювання каркасних будівель. На ряду з існуючими типами розроблені нові прогресивні конструкції зі сталезалізобетону, які дозволяють зменшити витрати при монтажі конструкцій, відмовитись від улаштування опалубки та додаткових стійок та підвищити швидкість монтажу.

Подальшим кроком в модифікації збірних та збірно-монолітних каркасів будівель і споруд є поєднання збірних круглопустотних плит, їх модифікацій та сталезалізобетонного ригельного каркасу. Задачі спрямовані на пошук раціональних параметрів таких конструкцій, дослідження їх міцності і деформативності та впровадження результатів у будівництво є доцільними та актуальними.

Мета

Основна мета полягає у пошуку нових видів сполучення бетону та сталі, досягненні більш високих техніко-економічних показників споруд за рахунок використання переваг кожного з

компонентів комплексних конструкцій при одночасному усуненні їх недоліків.

Вклад основного матеріалу

Серед багатьох пропозицій щодо будівництва збірних безбалкових перекриттів найбільш цікавою можна назвати так званий «КУБ» (каркас уніфікований безбалковий), що розроблений колективом інженерів НДІЗБ в Москві. В колишньому СРСР безбалкові перекриття масово впроваджувались тільки на будівництві промислових будівель, при цьому використовувалась збірно-монолітна технологія їх зведення. Відкриття останнім часом нових можливостей в проектуванні та розрахунку конструкцій з використанням обчислювальних комплексів та програмних засобів, технологічних прийомів та механізмів призвело до підвищення ролі монолітного безбалкового перекриття при будівництві каркасних будівель. Разом з тим, в монолітному будівництві безбалкового перекриття існує значна кількість невирішених задач конструктивного, технологічного та організаційного характеру [7]. З конструктивних недоліків слід відмітити велику вагу монолітного перекриття в порівнянні з корисним навантаженням, складність конструкції стику колони та перекриття, малу вивченість впливу усадочних деформацій бетону на напружений стан перекриття, його повзучість, тріщиностійкість та прогини під навантаженням. Із технологічних недоліків слід відмітити відносно велику трудомісткість опалубних, бетонних та арматурних робіт, невідосконаленість в технологічному плані конструкції стику колони та плити перекриття, відсутність пристосувань та рекомендацій для влаштування опалубки з попереднім підйомом. До організаційних недоліків слід віднести відсутність необхідної документації по організації та управлінню будівництвом із монолітного залізобетону з урахуванням територіальних та місцевих умов, недостатньо надійний контроль якості монолітного будівництва, застарілу форму паспортизації зведеного об'єкту. Разом з тим витрати на опалубку для влаштування монолітного безбалкового перекриття дуже обтяжують кошторисну вартість будівництва із залізобетонним каркасом. Довготривалі терміни тужавіння бетону та значні витрати праці на будівельному майданчику по влаштуванню опалубки, необхідність рихтувань – все це обмежує використання монолітних перекриттів в сучасному будівництві.

Відоме безбалкове збірно перекриття представляє собою систему збірних панелей, обпертих безпосередньо на капітелі колон (рис. 2). Основне конструктивне призначення капітелей в тому, щоб забезпечити жорстке сполучення перекриття з колонами, зменшити розмір розрахункових прольотів панелей та утворити опору для панелей. Сітка колон при такій схемі зазвичай квадратна 6×6 м.

Конструкція збірного безбалкового перекриття складається з трьох основних елементів: капітелі, надколонної плити та пролітної плити. Капітель спирається на розширення колони та сприймає навантаження від надколонних плит, які розташовані в двох взаємо перпендикулярних напрямках, що працюють як балки. Безбалкове збірно перекриття працює подібно ребристому перекриттю з плитами, що обперті по контуру, в якому надколонні плити виконують роль широких балок. У цьому випадку членування перекриття на збірні елементи зроблено з таким розрахунком, щоб плити були одного типорозміру, а стики плит розташовувались у місцях, де величини згинальних моментів були б близькими до нуля. Таким чином, перекриття складається з плит, що відрізняються одна від одної армуванням та закладними деталями для монтажу. Будівництво збірного залізобетонного безбалкового перекриття дозволяє виконувати роботи прискорено, із заводським контролем якості, з мінімальними витратами на будівельному майданчику, але в одночас воно потребує більших матеріальних та енергетичних ресурсів. Разом з тим суттєвим недоліком наведеної конструкції є те, що відповідальним моментом, від якого залежить успіх монтажу всього перекриття, є надзвичайно точне встановлення надколонних плит, що в свою чергу потребує нестандартного підходу з точки зору технології та організації робіт з монтажу із застосуванням додаткових засобів, підтримуючих пристроїв та рихтувань для встановлення плит. Роботи зі спорудження будівель з таким каркасом потребують специфічних навичок у робітників на будівельному майданчику. Це призводить до деяких технологічних труднощів та до значного збільшення трудомісткості виготовлення конструкції.

Зміни, що відбулися останнім часом у будівельній індустрії, а також застаріла матеріальна база заводів-виробників призвели до необхідності використання таких конструктивних схем будівель, в яких диски покриттів та перекриттів виготовляються та збираються безпосередньо на будівельному об'єкті з окремих або суцільних елементів. Даний факт визначає важливість вибору раціонального варіанта конструкцій перекриття, що застосовуються при спорудженні будівель, з точки зору технологічності виготовлення, характеристик міцності та жорсткості, економічності того чи іншого проекту.

Разом із залізобетонними все частіше використовуються сталезалізобетонні конструкції, що поєднують у собі залізобетон та сталеві прокатні профілі. Доведено, що сталезалізобетонні конструкції мають багато переваг, основна з яких – це можливість виготовляти та будувати залізобетонні конструкції без використання опалубки, тому що її функції може успішно виконувати арматура зі сталевих профілів [6-8].

Одним із типів безбалкового перекриття може бути запропоноване нами збірно сталезалізобетонне перекриття, у якому плити поєднані між собою за

допомогою зварювання. Таке перекриття (рис. 1) складається із трубобетонних колон та сталезалізобетонних плоских плит зі сталевим обрамленням. При цьому виготовлення збірних плит зі сталевим обрамленням для безбалкового перекриття може виконуватись безпосередньо на будівельному майданчику без застосування дорогої за вартістю опалубки [2, 4].



Рис. 2. Збірна сталезалізобетонна перекриття / Collected composite structures overlap

В деяких випадках може бути зручною конструктивна схема сталезалізобетонного безбалкового перекриття, в якій плити спираються не по контуру, а на дві протилежні сторони (рис. 3.). При цьому перекриття складається з плоских міжколонних плит зі сталевим обрамленням та пролітних плит опертих на дві протилежні сторони. В якості таких плит доцільно використовувати модифіковані залізобетонні круглопустотні плити. Такі плити являють собою стандартну пустотну плиту перекриття з модифікованими краями для опирання на колону з прихованою капітеллю та на ригель-балку в одному рівні. Як і в попередньому випадку міжколонні плити спираються безпосередньо на консолі колон. Пролітні плити встановлюються на міжколонні за допомогою модифікованих торців, що дозволяють виконати стик в одному рівні між плитами (рис. 4.), при використанні такого стику, в міжколонних плитах відсутнє робоче сталеве обрамлення. Фіксуються елементи в робочому положенні за допомогою електрозварювання закладних деталей.

В якості колон збірних сталезалізобетонних безбалкових перекриттів досить зручно використовувати трубобетон, відомий своїми численними перевагами.

Основними перевагами запропонованих конструкцій перекриттів є надійність, зручність монтажу та можливість використання великих прольотів, що дозволяє варіювати архітектурно-планувальними рішеннями з підвищенням функціональності, комфортності та зручності експлуатації будівель.

Реалізація проектів із використанням прогресивних конструктивно-технологічних схем спорудження перекриттів, що передбачають

використання безбалкового збірного перекриття з плит зі сталевим обрамленням, дозволяє уникнути таких недоліків як високий рівень собівартості, трудомісткість та тривалість будівельно-монтажних робіт.

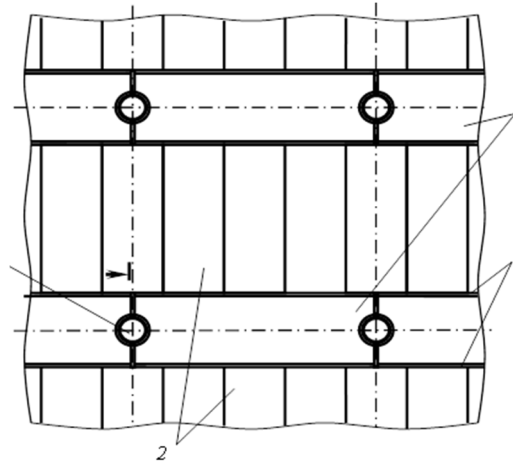


Рис. 3. Фрагмент збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття / Detail of precast flooring composite structures:

1 – міжколонна плита; 2 – пролітна плита; 3 – сталеве обрамлення; 4 – трубобетонна колона

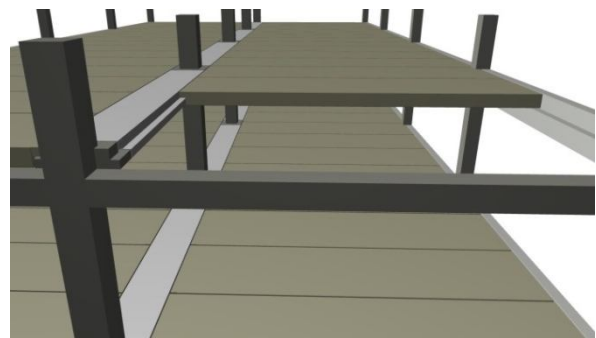


Рис. 4. Загальний вигляд збірного перекриття з модифікованими круглопустотними плитами / General view of the precast flooring slabs with modified

Використання конструктивної системи перекриття з модифікованими пустотними плитами дозволяє отримати ряд переваг порівняно з іншими подібними типами перекриттів:

- 100% використання збірних конструкцій;
- повна відсутність монолітних робіт під час монтажу – відповідно можливість зводити каркас в будь-яку пору року на відміну від монолітного каркасу та системи „Куб 2,5”;
- використання стандартних елементів з мінімальними модифікаціями (крайніх колон, ригелів та круглопустотних плит перекриття), які вже давним-давно добре себе зарекомендували та є легко транспортабельними на відміну габаритних елементів системи куб 2,5;
- підвищення швидкості зведення – завдяки новим рішенням по монтажу колон та відсутності монолітних робіт можливо досягти значно вищої

швидкості зведення каркасу будівлі у порівнянні із монолітним каркасом та системою „Куб 2,5”.

– використання попередньо напружених елементів – ригель-балок, ригелів та пустотних плит перекриття, що значно зменшує металоємність конструкцій, а відповідно і вартість у порівнянні із монолітним каркасом чи системою „Куб 2,5”.

Результати

Запропоновано новий тип конструкції перекриття з використанням модифікованих круглопустотних плит, використання якого дозволило досягти більш високих техніко-економічних показників споруд за рахунок використання переваг модифікованих залізобетонних круглопустотних плит та компонентів комплексних конструкцій.

Наукова новизна та практична значимість

Аналіз проведених досліджень показав що, використання в конструкції перекриття модифікованих круглопустотних плит дозволяє зменшити металоємність перекриття та підвищити швидкість монтажу. Одною з основних переваг даної системи є вартість зведення каркасу. До 95% перекриття складають круглопустотні плити. Квадратний метр круглопустотної плити коштує

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Абовская С.Н. Новые пространственные сталежелезобетонные конструкции. – Красноярск: Стройиздат, Красноярское отд., 1992. – 240 с
Abovskaaya S.N. Novyye prostranstvennyye stalezhelezobetonnyye konstruksii. – Krasnoyarsk: Stroyizdat, Krasnoyarskoye otd., 1992. – 240 s
2. Ермоленко Д.А. Объемный напружено-деформованный стан трубобетонных элементов: Монография // Д. А. Ермоленко – Полтава: Видавець Шевченко Р.В., 2012. –316 с.: Лл.: 157; табл.: 16; бібліогр: 404
Ermolenko D.A. Ob'ëmnyy napruzheno-deformovaniy stan trubobetonnykh yelementiv: Monografiya // D. A. Ermolenko – Poltava: Vidavets' Shevchenko R.V., 2012. –316 s., tabl.: 16; bibliogr: 404.
3. Клименко Ф.С. Розробка, дослідження та застосування у будівництві сталебетонних конструкцій. – Львів: Світ, 2001. – 169с.
Klivenko F.Ë. Rozrobka, doslidzhennya ta zastosuvannya u budivnitstvi stalebetonnykh konstruksiy. – Lviv: Svít, 2001. – 169s.
4. Пат. 41498 Україна, МПК(2009) E04B1/00. Сталезалізобетонне безбалочне перекриття / Л.І. Стороженко, О.В. Нижник; власник ПолтНТУ. – № u200814555; заявл. 17.12.2008; опубл. 25.05.2009, Бюл. № 10/2009.
Pat. 41498 Ukraïna, MPK(2009) Ye04V1/00. Stalezalizobetonne bezbalochne perekrittta / L.Í. Storozhenko, O.V. Nizhnik; vlasnik PoltNTU. – № u200814555; zayavl. 17.12.2008; opubl. 25.05.2009, Byul. № 10/2009.

найдешевше. В системі „Куб 2,5” квадратний метр перекриття коштує в 2-3 рази дорожче, а в монолітному каркасі в 4-5 разів дорожче. Проте у порівнянні з системою „Куб 2,5” та із монолітним каркасом, представлена система має додаткові витрати на ригелі по зовнішньому обводу будівлі, але їхня кількість і їх об'єм невеликий і дає зовсім незначне збільшення вартості. Окрім того дані ригелі будуть виконувати роль огорожуючих конструкцій, що додатково підвищить жорсткість каркасу.

Висновки

Головним для запропонованих збірних сталезалізобетонних безбалкових перекриттів є відносна простота у виготовленні окремих конструкцій та зручність монтажу. При застосуванні запропонованих конструктивних схем безбалкових перекриттів є можливість спростити монтаж будівлі, а також покращити функціональні якості будівель за рахунок значного розширення трансформації приміщень та їх перепланування у випадку зміни технології або призначення об'єктів. Такі перекриття після ретельного їх дослідження можуть бути використані при спорудженні житлових і цивільних будівель.

5. Стороженко Л.И. Объемное напряженно-деформированное состояние железобетона с косвенным армированием // Дис. ... д-ра техн. наук. – Кривой Рог, 1982. – 503 с.

Storozhenko L.I. Ob"yemnoye napryazhenno-deformirovannoye sostoyaniye zhelezobetona s kosvennym armirovaniyem // Dis. ... d-ra tekhn. nauk. – Krivoy Rog, 1982. – 503 s.

6. Стороженко Л.І., Лапенко О.І. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці: Монографія.– Полтава: ПолтНТУ, 2008. –312с.

Storozhenko L.Í., Lapenko O.Í. Zalizobetonni konstruksii v neznimniy opalubtsi: Monografiya.– Poltava: PoltNTU, 2008. – 312s.

7. Стороженко Л.І. Дослідження та проектування сталезалізобетонних безбалкових і часторебристих перекриттів : монографія / Л.І. Стороженко, О.В. Нижник. – Полтава: Дивосвіт, 2011. – 300 с.

Storozhenko L.Í. Doslidzhennya ta proyektuvannya stalezalizobetonnykh bezbalkovikh i chastorebristikh perekrittiv : monografiya / L.Í. Storozhenko, O.V. Nizhnik. – Poltava: Divosvit, 2011. – 300 s.

8. Нижник О.В. Методика розрахунку сталезалізобетонного безбалкового перекриття / О.В. Нижник // Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація. Зб. наук. статей. Вип. 9. – Кривий Ріг: КТУ, 2011. – С. 124 – 129.

Nizhnik O.V. Metodika rozrakhunku stalezalizobetonного bezbalkovogo perekrittta / O.V. Nizhnik // Stalezalizobetonni konstruksii: doslidzhennya, proyektuvannya, budivnitstvo, yekspluatatsiya. Zb. nauk. statey. Vip. 9. – Kriviy Rig: KTU, 2011. – S. 124 – 129.