

ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

АДІЛОВ АГАВЕРДІ ЕСКЕНДАРОВИЧ

УДК 624.012.46

**ЗБІРНО-МОНОЛІТНІ ПЕРЕКРИТТЯ
З ПІДКРІПЛЕННЯМ ЗМІШАНОГО ТИПУ**

Спеціальність 05.23.01 - будівельні конструкції,
будівлі та споруди

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків -2000

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі залізобетонних і кам'яних конструкцій Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор

Шагін Олександр Львович, Харківський

державний технічний університет будівництва та архітектури, завідувач кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій.

Офіційні опоненти:

- доктор технічних наук **Шмуклер Валерій Самуїлович**,

Харківська державна академія міського господарства, професор кафедри будівельних конструкцій;

- кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Азізов Талят Нуредінович, директор Сумського центру

наукових досліджень і проектування промислових будівель і споруд.

Провідна установа:

Донбаська державна академія будівництва і архітектури
Міністерства освіти і науки України (м. Макіївка).

Захист відбудеться “13 ” квітня 2000 р. о 13³⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д64.820.02 Харківської державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківської державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий “13 ” березня 2000 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради, канд. техн. наук, доцент

Єрмак Є.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми.

Збірно-монолітні перекриття з застосуванням дрібноштучних елементів у даний час є перспективними рішеннями як у новому будівництві, так і в реконструкції завдяки зниженим витратам енергетичних і матеріальних ресурсів, можливості зведення в стиснутих умовах, силами малих і середніх будівельних організацій. Проте збірно-монолітні системи, які застосовуються у вітчизняному і закордонному будівництві на основі дрібноштучних елементів “ручної ваги”, не дозволяють перекривати прольоти збільшеної довжини. Локальне попереднє напруження відкрило можливість вирішення даної проблеми, але у випадках необхідності перекриття помешкань з прольотами збільшеної довжини у двох напрямках розроблені на його основі балкові системи недостатньо ефективні. У той же час при реконструкції старої, особливо дореволюційної, забудови, будівництві об'єктів соціально-культурного, комфортного житла та ін. проблеми перекриття помешкань із прольотами збільшеної довжини в двох напрямках постійно виникають, що обумовлює необхідність проведення досліджень і розробок по створенню збірно-монолітних перекриттів із застосуванням локального попереднього напруження і дрібноштучних елементів “ручної ваги”, конструктивні рішення яких формувалися б так, щоб ефективно використовувалась їхня робота в обох напрямках за схемами плит, різноманітним способом опертих по контуру.

Обраний напрямок досліджень пов'язаний з основною науково-дослідною тематикою кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій ХДТУБА по розробці енергозберігаючих конструктивних рішень у будівництві і реконструкції будівель та споруд, а також по розробці проекту Державних норм України з реконструкції “ДБН. Ремонт та підсилення несучих конструкцій промислових будівель та споруд, що експлуатуються (реконструюються)”, розділ “Кам'яні та армокам'яні конструкції”.

Мета роботи - створення збірно-монолітних опертих по контуру плит перекриттів збільшених прольотів у двох напрямках із підкріпленням змішаного типу і розробка методики їхнього розрахунку з урахуванням особливостей деформування.

Задачі дослідження:

1. Розробити конструкцію збірно-монолітних опертих по контуру плит перекриттів на основі сполучення локально попередньо напружених і дрібноштучних елементів “ручної ваги”.

2. Теоретично і експериментально дослідити роботу вузла сполучення підкріплювальних монолітних і збірних балок двох напрямків, визначити принципи його конструювання.

3. Розробити методика розрахунку опертих по контуру плит перекриттів із підкріпленням змішаного типу з урахуванням особливостей деформування.

4. Експериментально дослідити закономірності деформування і руйнування запропонованої локально попередньо напруженої підкріпленої збірно-монолітної плити, опертої по контуру.

5. Зіставити результати розрахунку плити за розробленою методикою з даними, отриманими в експериментальних дослідженнях.

6. Дослідити вплив співвідношення параметрів підкріплювальних балок на роботу плити в цілому і сформулювати принципи її раціонального конструювання.

7. Визначити області раціонального застосування розроблених конструкцій.

8. Впровадити результати даної роботи.

Методи дослідження. Спрямоване формування і теоретичні дослідження конструкцій перекриття і його елементів із побудовою методик розрахунку; експериментальне вивчення їхньої роботи, аналіз і зіставлення результатів експериментів і розрахунків по розроблених методиках.

Наукову новизну роботи складають:

- запропоновані принципи формування збірно-монолітних опертих по контуру плит перекриттів із дрібноштучних і монолітних локально попередньо напружених елементів;

- експериментально встановлені закономірності роботи збірно-монолітних перекриттів із підкріпленням змішаного типу;

- результати експериментально-теоретичних досліджень вузлів сполучень збірних і монолітних підкріплювальних балок;

- методика розрахунку опертих по контуру плит, підкріплених ортогональною системою перехресних попередньо напружених і звичайних балок.

Практична значимість дисертаційної роботи полягає в тому, що запропоновані конструкції збірно-монолітних опертих по контуру плит із підкріпленням змішаного типу і розроблена методика їхнього розрахунку відкривають можливість у новому будівництві і реконструкції перекривати помешкання зі збільшеними прольотами в двох напрямках при мінімальному використанні опалубки, знижених витратах енергетичних і матеріальних ресурсів, без застосування монтажних кранів і використання продукції підприємств будіндустрії.

Результати роботи впроваджені в ЗАТ “Вітязь”, де освоєно випуск дрібноштучних елементів для запропонованих збірно-монолітних перекриттів; у проекті нормативного документа України “ДБН. Ремонт та підсилення несучих будівельних конструкцій та основ промислових будівель та споруд, що експлуатуються (реконструюються)”.

Особистий внесок :

- розроблена конструкція опертої по контуру плити перекриття з ортогональною системою перехресних звичайних і локально попередньо напружених балок;

- запропонована методика розрахунку вузла сполучення збірних і монолітних балок і досліджений виникаючий в ньому напружений стан, дані рекомендації по його конструюванню;

- виконані експериментальні дослідження роботи вузла сполучення збірних і монолітних підкріплювальних балок, зіставлені дані, отримані розрахунковим шляхом і експериментально;

- розроблена методика розрахунку опертої по контуру плити з підкріпленням змішаного типу з урахуванням фізичної нелінійності і роботи бетону в умовах двовісного напруженого стану;

- на крупнорозмірній моделі запропонованого перекриття експериментально досліджені закономірності його деформування на різноманітних стадіях навантаження, включаючи стадію руйнування; зіставлені результати експериментів з даними, отриманими розрахунком за розробленою методикою;

- здійснено впровадження результатів дисертаційної роботи.

Апробація роботи. Основні положення і результати виконаних досліджень і розробок були подані і обговорені на Міжнародній конференції “Промышленность стройматериалов и стройиндустрия, энерго- и ресурсосбережение в условиях рыночных отношений” (Белгород, 1997 г.), 3-й міжнародній конференції “Сталежелезобетонные конструкции: исследования, проектирование, строительство, эксплуатация” (Кривой Рог, 1998 р.); наукових конференціях ХДТУБА 1998 - 1999 р.р.

Публікації. Основні положення дисертації і результати досліджень опубліковані в 11 друкарських роботах.

Обсяг дисертації і її структура. Дисертація складається з вступу, 6 розділів, висновків і додатка. Повний обсяг дисертації 204 сторінки, в тому числі: 136 стор. машинописного тексту, 2 таблиці, 92 рисунка, використаних у роботі літературних джерел 149, 1 стор. додатку.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ присвячений обґрунтуванню актуальності теми дисертації, загальній характеристиці роботи; у ньому наведена структура, дані про апробацію і публікацію результатів роботи.

У розділі 1 дані аналіз і класифікація конструктивних рішень попередньо напружених залізобетонних перекриттів, які застосовуються у будівництві, і способів їхнього обтиснення. За виконанням перекриття поділяються на монолітні, збірні і збірно-монолітні, за статичною схемою – на балочні і оперті по контуру плити, які внаслідок роботи у двох напрямках є більш ефективними.

Попереднє напруження плит, підвищуючи тріщиностійкість, дозволяє суттєво збільшити довжини прольотів, які перекриваються.

У розвиток попередньо напруженого залізобетону, способів обтиснення, теорії розрахунку значний внесок внесли Бердичевський Г.І., Буракас А.І., Гвоздев О.О., Гийон І., Дмитрієв С.А., Калатуров Б.А., Кривошеєв П.І., Леонгардт Ф., Мадатян С.А., Маркаров М.О., Маньель Г., Михайлов В.В., Михайлов К.В., Фрейсине Е. і ін.

Оцінці втрат напружень, роботі конструкцій при тривалій дії навантаження присвячені дослідження Александровського С.В., Барашикова А.Я., Голишева О.Б., Фрайфельда С.Ю., Щербакова Е.М. і ін.

Всі перераховані вище дослідження в основному присвячені конструкціям, обтиснутим традиційними способами. Для обтиснення монолітних елементів і систем ефективним є спосіб локального попереднього напруження, розроблений Шагіним О.Л. і розвинутий його учнями Домбаєвим І.А., Лаххамом Х., Рифаї М., Салією Г.Ш. для балкових конструкцій, Регмі У.К. для монолітних плит, опертих по контуру. У той же час в умовах України більш доцільні збірно-монолітні рішення плит із використанням неенерговитратних дрібноштучних елементів.

Дослідженню і розрахунку різноманітного типу залізобетонних опертих по контуру плит присвячені роботи Байкова В.Н., Бондаренко В.М., Гвоздева О.О., Гнідця Б.Г., Здоренко В.С., Карпенко М.І., Крилова С.М., Лівшиця Я.Д., Чихладзе Е.Д., Шагіна О.Л., Шмуклера В.С., Яременко О.Ф. і ін. Проте робота підкріплених попередньо напружених плит мало вивчена, що обумовлює необхідність проведення відповідних досліджень.

Виконаний аналіз стану питання дозволив у розділі 1 сформулювати задачі даного дослідження.

У розділі 2 висвітлена сутність і особливості запропонованого конструктивного рішення збірно-монолітної опертої по контуру плити перекриття з підкріпленням

змішаного типу у вигляді ортогональної перехресної системи монолітних локально попередньо напружених балок одного напрямку і збірних нерозрізних прогонів перпендикулярного напрямку.

Розроблене перекриття (рис.1) формується в строгій послідовності. Уздовж майбутніх монолітних підкріплювальних балок виставляється опалубка у вигляді послідовно розташованих щитів шириною 500...600 мм на опорних стійках. На них в перпендикулярному напрямку устанавлюються збірні прогони, що стикуються, які мають на опорах підрізки, у яких розміщуються випуски робочої арматури прогонів. Зазначені випуски на монтажі з'єднуються між собою за допомогою приварки до них арматурних вставок того ж діаметра. Арматура прогонів і вставок повинна мати діаметр не менше 10 мм із умови здійснення зварювання безупинним швом, що регламентується нормами.

Далі на нижні зв'язи прогонів укладаються пустотні блоки-вкладиші, що мають відповідні підрізки. Завдяки блокам-вкладишам і підрізкам формується опалубка, що не видаляється, яка утворює порожнину для бетонування монолітної балки.

Потім устанавлюється каркас із ненапруженою арматурою і пазоутворювач із напруженою арматурою. Поверх блоків і прогонів розташовують арматурну сітку полки плити і здійснюється бетонування днища і стінок паза, а поверх блоків і прогонів - монолітної плити.

Пазоутворювач витягається через 2...3 години після бетонування, локальне попереднє напруження здійснюється після набору монолітним бетоном передаточної міцності R_{ep} . Воно полягає у відтягуванні напруженої арматури униз і фіксації її положення за допомогою упорного стрижня. Оскільки плита розділена пазами, обтиснення відбувається в одному напрямку, як балок таврового перерізу, який включає монолітні зв'язи полиць. Обтиснення конструкції має місце в межах довжини паза, тобто локально.

Контроль зусилля натягу напруженої арматури N_{sp} здійснюється за величиною стрілки відтягування y_p . Наприклад, при відтягуванні однією силою в середині прольоту

$$N_{sp} = 2E_{sp} A_{sp} \frac{y_p^2}{L_{sp}^2}, \quad (1)$$

де E_{sp} і A_{sp} - відповідно модуль деформацій і площа поперечного перерізу напруженої арматури.

Після зачekanення паза бетоном монолітна балка працює як згинальний елемент, попередньо напружений традиційними способами.

Раціональний варіант, коли паз зачеканюється бетоном після видалення підтримуючих опалубних щитів і стійок. У цьому випадку відбудеться додаткове обтиснення завдяки роботі конструкції за шпренгельною схемою, після чого паз зачеканюється.

Як випливає з викладеного, запропоноване перекриття може зводитися без використання крана, попереднє напруження не потребує застосування електроенергії, тому що здійснюється вручну за допомогою простих гвинтових домкратів. Знижується витрата цементу, тому що бетон підвищеної міцності використовується тільки в монолітних локально попередньо напружених балках. У прогонах і монолітній плиті застосовується звичайний бетон класу В15, у пустотних блоках-вкладишах - відходи виробництв.

Із умови неутворення тріщин в прогонах висотою перерізу 200 мм на стадії зведення перекриттів визначена відстань між монолітними балками, яка склала 2 м. Вона може бути збільшена за рахунок збільшення ширини опалубочного щита.

Розроблені елементна база (прогони, пустотні блоки-вкладиші) перекриттів, принципи формування і оснастка, що дозволяють здійснювати виготовлення дрібноштучних елементів не тільки в умовах невеликих виробничих ділянок, але і безпосередньо на будмайданчику.

Головним в розроблених принципах формування є те, що виключається необхідність в енергоємній термовологісній обробці виробів. Опалубочні форми збірно-розбірні, після бетонування вони переставляються на нове місце для формування наступного виробу. Набір міцності виробами здійснюється поза формами і тому не обмежений жорсткими рамками в часі.

Через те, що після приварки арматурних вставок арматура прогонів стає безперервною в межах всього прольоту, перекриття починає працювати за схемою опертої по контуру плити, підкріпленої монолітними локально попередньо напруженими балками одного напрямку і нерозрізними збірними прогонами - другого.

У розділі 3 розглядається конструкція стику прогонів у тілі монолітних балок, завдяки якому створюється нерозрізність усієї підкріплювальної системи.

У деяких випадках зварювання арматурних випусків на монтажі важко виконати. Тому представилося доцільним дослідити можливість застосування беззварювального петльового з'єднання типу "стика Передерія". Петльові арматурні елементи заздалегідь приварюються до випусків арматури прогонів (рис.2).

Розроблена методика розрахунку стику, що дозволила одержати закономірність розподілу зусилля в арматурі петльового елемента стику

$$N_c = \frac{N_{sn}}{2 \cos \alpha} e^{-f\varphi}, \quad (2)$$

де N_{sn} - зусилля у випуску арматури прогону,

α - кут нахилу прямолінійної ділянки петльового елемента,

f - коефіцієнт тертя арматури по бетону,

φ - кутова координата.

Із (2) випливає, що зусилля в арматурі петльового елемента істотно менше, ніж у випуску арматури прогону, внаслідок чого для його виготовлення може бути використана менш міцна сталь, яка має більшу пластичність. Отримано залежності для оцінки зминання бетону під тиском арматури і його зрізу по контакту петльових елементів, що сполучаються.

Проведені експериментальні дослідження підтвердили прийнятність розробленої методики розрахунку, відмінності в результатах розрахунку і експерименту не перевершували 8,7%.

На розтягання були випробувані різноманітні типи стиків, що відрізняються ступенем обетонування петльових арматурних елементів. В усіх типах стиків руйнація відбувалася внаслідок зрізу бетону по контакту петльових елементів.

Максимальні напруження були зафіксовані в прямолінійних ділянках арматури петльових елементів (277...348 МПа), моделюючих випуски арматури прогонів, на криволінійних ділянках вони були мінімальні (45...55 МПа). Результати випробувань показали, що зміна масивності бетонної частини стиків в діапазоні, що досліджувався, не надавало суттєвого впливу на їх міцність.

Оскільки в реальних конструкціях стик прогонів знаходиться в умовах поперечного згину, а не осьового розтягування, представилося необхідним досліджувати також його роботу в згинальних елементах.

Випробувані згинальні елементи представляли собою балки, що складаються з двох прогонів з підрізками і монолітного стика в середині прольоту. Загальна довжина двопрогонового елемента 2,28 м. Першу серію склали зразки з петльовим стиком, другу - із зварним.

Прогони, що стикуються, мали підрізки, в яких розміщувалися випуски арматури. В першій серії до випусків арматури приварювались петльові елементи. Потім прогони установлювались підрізками один до одного, петльові елементи розташовувались в напусток і виконувалось замонолічування простору між прогонами. Тобто відтворювалось сполучення прогонів між собою і з монолітною балкою. У другій серії випуски арматури

з'єднувались зварюванням арматурних вставок, після чого також виконувалось замонолічування сполучення прогонів.

Випробування обох серій здійснювалось на спеціально створеному стенді за схемою однопрольотної шарнірно опертої балки, завантаженої силою на межі стику і одного з прогонів. Таким чином, у місці стику одночасно діяли близькі до максимальних згинальний момент і поперечна сила. Дане поєднання є найбільш небезпечним для стику.

Навантаження здійснювалося домкратом ДГ-10, тиск у якому створювався маслостанцією ПНСР-400. Навантаження тріщиноутворення для зразків обох серій було приблизно однаковим і склало $F_{crc}=4\text{кН}$. Розміри руйнуючих навантажень склали для серії 1- $P_{u1} = 11,2 \text{ кН}$, для серії 2 - $P_{u2} = 12,8 \text{ кН}$, тобто достатньо близькі. Проте характер руйнування був принципово відмінним. Руйнування зразків серії 1 відбувалося по магістральній похилій тріщині, крихко, внаслідок зрізу бетону, значення відносного прогину в момент руйнації $\frac{f_u}{L} = \frac{1}{110}$.

Зразки серії 2 руйнувалися як звичайні залізобетонні згинальні елементи за нормальним перерізом, внаслідок текучості розтягнутої арматури і роздроблення стиснутого бетону, при істотно більших при руйнації відносних прогинах $\frac{f_u}{L} = \frac{1}{57}$.

Близькість значень руйнуючих навантажень у серіях 1 і 2 говорить про можливість застосування беззварювальних петльових стиків прогонів, проте через крихкий характер руйнування потребується, як у “стику Передерія”, постановка додаткових стрижнів, які підвищують ступінь надійності сполучення, єднальних елементів.

Розділ 4 присвячений розробці методики розрахунку запропонованої конструкції перекриття. Розрахункова модель вибирається в залежності від стадії роботи. Наприклад, в стадії обтиснення, коли паз перетинає основну частину прольоту плити, зусилля виникають тільки в монолітних балках таврового перерізу. В перпендикулярному напрямку (в прогонах) зусилля не виникають.

Після зачekanення паза перекриття починає працювати за схемою підкріпленої балками опертої по контуру плити. Апарат розрахунку побудований на використанні методу скінченних елементів і програмного комплексу “Міраж”. Конструкція перекриття розділяється на дві частини: плиту (полку) і підкріплювальну систему перехресних балок. Плита розбивається на прямокутні оболонкові елементи, розташовані в серединній площині, балки - на оболонкові елементи, розташовані у вертикальній площині (5 елементів по висоті перерізу балки). Зв'язок між кінцевими елементами плити і балок жорсткий.

Оскільки плита (полка) опирається на дуже жорсткі пустотні блоки-вкладиші, у ній не виникають тріщини. Тобто вона являє собою двовісно стислі суцільні елементи, що приводиться до нелінійно деформованих ізотропних за методом, який запропонований Шагінім О.Л., у залежності від співвідношення величин діючих напружень $\frac{\sigma_y}{\sigma_x}$.

Позацентрово розтягнуті прогони і монолітні балки з тріщинами приводяться до суцільних елементів того ж перерізу, але зі значенням модуля деформацій, що забезпечує їхню еквівалентність за величиною жорсткості.

Визначення напружено-деформованого стану і величин жорсткостей балок і прогонів здійснюється з притягненням діаграм деформування бетонів і арматур, рівнянь рівноваги, гіпотези плоских перерізів. Лінеаризація досягається застосуванням методу послідовних наближень.

Таким чином, розрахункова модель конструкції перекриття в строгій постановці представляється пластиною з перемінним по поверхні, але єдиним для кожного перерізу модулем деформацій бетону, жорстко сполученою з системою перехресних підкріплювальних балок, які мають перемінні по їх довжині і по висоті перерізів модулі деформацій бетону і арматур. Після появи тріщин в балках, враховуючи перевагу в перерізах розтягуючих зусиль, внесок бетону в їх роботу можна, як звичайно, відобразити коефіцієнтами ψ_s , які оцінюють рівні “допомоги” розтягнутого бетону з тріщинами арматурі.

При оцінці напруженого стану в перерізах розглядається тільки робота арматур без врахування внеску розтягнутого бетону з тріщинами.

Викладена розрахункова модель дозволяє врахувати перерозподіл зусиль між напрямками, підкріплювальними балками і перерізами в силу ортотропії, нелінійності деформування бетону і арматур, а також тріщиноутворення.

Оскільки заздалегідь не представляється можливим встановити характер напружено-деформованого стану в конструкції та її елементах в момент вичерпання несучої здатності розрахунок перекриття в цілому здійснюється методом послідовних навантажень з організацією ітераційних процесів визначення НДС і величин жорсткостей на кожному кроці навантаження. В процесі послідовного перебору виявляються навантаження, що відповідають досягненню граничних станів I і II груп.

У розділі 5 представляються методика і результати проведеного експериментального дослідження фрагмента перекриття розмірами в плані 3,3x3,1 м, що опирався по контуру на потужну сталеву просторову раму. Фрагмент складався з локально

попередньо напруженої балки одного напрямку і збірних залізобетонних прогонів перпендикулярного напрямку.

Прогони мали на однім кінці підрізки з випусками робочої арматури $\varnothing 10$ мм класу А-III. Вони встановлювалися зазначеними кінцями на металевий опалубний щит, який підтримувався стійками. Випуски арматури з'єднувалися арматурними вставками $\varnothing 10$ мм класу А-III за допомогою зварювання. Потім встановлювалися пустотні блоки-вкладиші, каркас із ненапруженою арматурою, дерев'яний пазоутворювач із напруженою арматурою і здійснювалося бетонування монолітної плити і балки. Після набору бетоном міцності напружена арматура була відтягнута униз силою в середині довжини паза і зафіксована. Стріла відтягування - 66 мм. За розрахунком при даній стрілі відтягування напруження повинні були скласти $\sigma_{sp} = 435,6$ МПа. Обмірюваним за допомогою важільних тензометрів деформаціям відповідали напруження $\sigma_{sp} = 450$ МПа, тобто відхилення між значеннями, отриманими розрахунком і в експерименті, склали 3,2%. Аналогічні відхилення для бетону в нижньому крайньому волокні склали 8,45%, у верхньому - 9,3%.

У перпендикулярному напрямку деформації були дуже малі, тобто наявність паза практично розділяла плиту на дві частини і обтиснення відбувалося по балковій схемі уздовж паза.

Важливо, що практично були відсутні втрата напружень в арматурі від повзучості і усадки бетону. Аналогічні результати для локально попередньо напружених балок були отримані Лаххамом Х., Рифаї М., Салієй Г.Ш. і ін.

Після зачеканки паза під навантаженням конструкція працювала за схемою плити, опертої по контуру, про що свідчать виміри деформацій і відрив кутів з утворенням відповідних тріщин.

Навантаження на перекриття створювалось гідравлічним домкратом ДГ-50, що упирался в ригель рами (рис.3), закріпленій в силовій підлозі. За допомогою системи сталевих траверс зусилля від домкрата передавалося на 16 точок перекриття, що було близько до рівномірно розподіленого навантаження.

Перші тріщини утворилися в прогонах при навантаженні $P_0 = 30$ кН, яке здійснювалось домкратом. Прогини прогонів зростали значно інтенсивніше, ніж прогини монолітної балки. При цьому форма епюри прогинів прогонів була традиційною з максимальним значенням у середині прольоту, у монолітній балці - відповідала шпренгельній схемі роботи: максимальні значення прогинів були зафіксовані приблизно у чвертях прольоту (рис.4).

Після появи тріщин у монолітній балці при навантаженні $P_0 = 70$ кН еюра прогинів набула традиційного вигляду (рис.4).

Прискорений ріст деформацій у розтягнутій зоні прогонів спостерігався до появи тріщин у монолітній балці. Після їхньої появи відбувся перерозподіл зусиль з балки на прогони (діаграма росту деформацій у монолітній балці на рис.5 змінила кривизну).

Величина граничного навантаження склала $P_0 = 285$ кН, відносний прогин у попередній її досягненню момент склав $\frac{f_u}{L} = \frac{1}{107}$.

Зіставлення результатів розрахунку і експериментально отриманих даних показало їхню хорошу відповідність і правильність обраної розрахункової моделі перекриття. Випробування підтвердили високі деформативно-міцнісні показники запропонованої конструкції перекриття.

Розділ 6 присвячений визначенню шляхів і висвітленню особливостей впровадження результатів роботи. У ньому наведені дані про освоєння випуску елементів перекриття в будівельній фірмі “Вітязь” у м. Харкові і про використання розробленого рішення перекриття в проекті нормативного документа України “ДБН. Ремонт та підсилення несучих конструкцій промислових будівель та споруд, що експлуатуються (реконструюються)”, розділ “Кам'яні та армокам'яні конструкції”.

В проекті указанного документа рекомендується розроблене збірно-монолітне перекриття з підкріпленням змішаного типу застосовувати при надбудові малоповерхових будівель для одержання комфортних помешкань із вільним плануванням. Поєднання збірних дрібноштучних і монолітних локально попередньо напружених елементів забезпечує можливість зведення надбудови в стиснутих умовах, без використання монтажних кранів.

ВИСНОВКИ

1. Розроблена ефективна конструкція збірно-монолітного перекриття на основі дрібноштучних елементів "ручної ваги", що дозволяє одержувати помешкання з прольотами збільшеної довжини (до 10...12 м) у двох напрямках. За статичною схемою воно являє собою оперту по контуру монолітну плиту з підкріпленням змішаного типу у вигляді ортогональної системи монолітних локально попередньо напружених балок одного напрямку і збірних нерозрізних прогонів перпендикулярного напрямку без попереднього напруження.

2. Розроблені елементна база для запропонованого перекриття, принципи формування прогонів і пустотних блоків-вкладишів, а також реалізуюче їх устаткування.

3. Запропоновані і експериментально досліджені два варіанти (зварний і петльовий) стика прогонів, що забезпечують безперервність їхнього армування і відповідно нерозрізність конструкції в ненапруженому напрямку.

4. Розроблена і підтверджена експериментами методика розрахунку петльових стиків в напусток, яка дозволяє оцінювати напружений стан у бетоні стика і петльових арматурних елементах.

5. Розроблена методика оцінки напружено-деформованого стану і несучої спроможності опертої по контуру плити з підкріпленням змішаного типу, що враховує перерозподіл зусиль, обумовлений фізичною нелінійністю, конструктивною ортотропією і локальним попереднім напруженням.

6. Чисельно досліджені закономірності розподілу зусиль в елементах запропонованих підкріплених плит на різноманітних стадіях роботи конструкції.

7. Проведено випробування натурального фрагмента перекриття, що дозволило виявити особливості його деформування, тріщиноутворення і руйнування, довести, що сформована запропонованим способом конструкція працює в двох напрямках за схемою плити, опертої по контуру. Підтверджено, що втрати напружень при локальному обтисненні істотно менші, ніж при традиційних способах попереднього напруження.

8. Зіставлення результатів випробування і розрахунку за розробленою методикою показало їхню прийнятну відповідність, розбіжності не перевищували 11%.

9. Визначені області раціонального застосування перекриттів із підкріпленням змішаного типу в новому будівництві і реконструкції, здійснено впровадження в будівельній фірмі "Вітязь".

10. Результати дисертаційної роботи використані при складанні проекту нормативного документа України "ДБН. Ремонт та підсилення несучих конструкцій промислових будівель та споруд, що експлуатуються (реконструюються)", розділ "Кам'яні та армокам'яні конструкції".

Основні положення дисертації опубліковані у наступних роботах:

1. Адилов А.Э. Элементная база для формирования перекрытий увеличенных пролетов // Научный вестник строительства. - Вып. 4.-Харків: ХДТУБА, 1998.-№ 4.- С. 44-47.

2. Адилов А.Э. Армирование смешанного типа для перекрытий реконструируемых зданий // Коммунальное хозяйство городов. - Вып. 16. - Киев: Изд. "Техніка", 1998.- С. 14-17.
3. Адилов А.Э. Напряженное состояние в петлевых стыках выпусков арматуры элементов перекрытий // Науковий вісник будівництва.- Вип. 6.-Харків: ХДТУБА, 1999. - С. 29-34.
4. Адилов А.Э. Экспериментальные исследования петлевых соединений прогонов в перекрытиях с подкреплением смешанного типа // Науковий вісник будівництва.- Вип.7. - Харків: ХДТУБА, 1999.- С.38-41.
5. Шагин А.Л., Адилов А.Э., Домбаев И.А. Предварительно напряженные перекрытия, опертые на контуры различной податливости.-Сб. докладов конф. "Промышленность стройматериалов и стройиндустрия, энерго- и ресурсосбережение в условиях рыночных отношений".-Часть 6-7.-Белгород: БелГТАСМ, 1997.-С. 24-29.
6. Шагин А.Л., Адилов А.Э. Конструкции малоэтажных зданий со свободной планировкой.- Проблеми теорії і практики залізобетону. - Полтава: Вид. ПДТУ, 1997. - С. 470-473.
7. Шагин А.Л., Адилов А.Э. Перекрытия с армированием смешанного типа // Науковий вісник будівництва. - Вип. 3. - Харків: ХДТУБА, 1998.- С. 57-60.
8. Шагин А.Л., Домбаев И.А., Адилов А.Э. Предварительно напряженные элементы с изменяющейся схемой работы // Сталезалізобетонні конструкції.-Кривий Ріг: КТУ, 1998.-С. 227-230.
9. Шагин А.Л., Салия Г.Ш., Адилов А.Э. Особенности применения шагового метода в расчетах предварительно напряженных конструкций // Коммунальное хозяйство городов. - Киев: Изд. "Техніка", 1999. - Вып.18.- С. 6-10.
10. Шагин А.Л., Адилов А.Э. Принципы расчета перекрытий комбинированного типа и их экспериментальная проверка // Науковий вісник будівництва.-Вип.8. - Харків: ХДТУБА, 1999. - С.76-80.
11. Шагин А.Л., Салия Г.Ш., Адилов А.Э., Магомедов Ю.А. Локально предварительно напряженные перекрытия и покрытия повышенной жесткости // Науковий вісник будівництва.- Вип. 5. - Харків: ХДТУБА, 1999. - С.56-59.

АНОТАЦІЯ

Аділов Агаверді Ескендарович. Збірно-монолітні перекриття з підкріпленням змішаного типу. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 - будівельні конструкції, будівлі та споруди. - Харківська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2000.

Дисертація присвячена створенню нового типу збірно-монолітних опертих по контуру плит, підкріплених ортогональною системою перехресних балок, монолітних локально обтиснених одного напрямку і збірних без попереднього напруження перпендикулярного напрямку.

Розроблені елементна база, принципи формування прогонів та блоків-вкладишів, зведення перекриттів та їх попереднього напруження.

Експериментально досліджено роботу запропонованих конструкцій стиків прогонів.

Розроблено методику розрахунку опертих по контуру плит з підкріпленням змішаного типу, яка враховує фізичну нелінійність, роботу бетону в умовах двовісного тиску, особливості тріщиноутворення.

Проведені експериментальні дослідження розробленого перекриття.

Результати роботи впроваджені в будівельній фірмі "Вітязь", в проекті нормативного документу України "ДБН. Ремонт та підсилення несучих будівельних конструкцій та основ промислових споруд, що експлуатуються (реконструюються)", розділ "Кам'яні та армокам'яні конструкції".

Ключові слова: оперта по контуру плита, локальне попереднє напруження, стик, перехресні балки, тріщиноутворення, відносний прогин.

Adilov A. E. Precast-monolithic floor with reinforcement of mixed type.-Manuscript.

Thesis for a technical scientific degree. Speciality 05.23.01 - building constructions, buildings and structures.-Kharkov State Academy of Railway Transport, Kharkov, 2000.

The thesis is dedicated to the creation of the new type precast-monolithic supported along the contour slabs reinforced by the orthogonal system of the crossed beams, monolithic locally wrung out of one direction and precast without prestressing of perpendicular direction.

An element base, principles of purling and blocks-inserts forming, erection of the floors and their prestressing have been developed.

The work of the suggested constructions of the purling joints has been investigated experimentally.

The methods of calculation of the slabs supported along the counter with reinforcement of mixed type has been developed. This method takes into account physical non-linility, work of the concrete under the conditions of double pressure, peculiarities of the crackforming.

Experimental investigations of the developed floor have been carried out.

The results of the work are inculcated into the building “Vitjaz”, in project of the Ukraine standard document “DBN. Repairing and reinforcing of the bearing building constructions and the foundations of the industrial buildings, that are being maintained (reconstructed)”, issue “Stone and reinforced stone structures”.

Key words: supported along the contour slab, local prestressing, joint, crossed beams, crackforming, relative purlin.

Адилов А.Э. Сборно-монолитные перекрытия с подкреплением смешанного типа. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 - строительные конструкции, здания и сооружения. - Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, 2000.

Диссертация посвящена созданию эффективных конструкций сборно-монолитных перекрытий увеличенных пролетов в двух направлениях, разработке принципов направленного формирования и оценки их напряженно-деформированного состояния.

Предложено решение перекрытия на основе монолитных локально предварительно напряженных и сборных мелкоштучных элементов “ручного веса”, отличающееся сниженными энергетическими и материальными затратами, возможностью возведения без использования монтажных кранов, в стесненных условиях.

По статической схеме работы перекрытие представляет собой опертую по контуру плиту, подкрепленную ортогональной системой локально предварительно напряженных балок одного направления и сборных прогонов с соединенной непрерывно рабочей арматурой перпендикулярного направления.

Из условия необразования трещин на стадии возведения определена предельная длина пролета прогона, намечены пути ее увеличения.

Разработаны элементная база предложенных перекрытий, принципы формования прогонов и пустотных блоков-вкладышей, в условиях стройплощадки, без применения энергоемкой термовлажностной обработки.

Экспериментально подтверждена надежность стыка прогонов в пределах поперечного сечения монолитных балок с помощью приварки арматурных вставок к выпускам арматуры смежных прогонов. Разработана методика расчета и экспериментально исследована предложенная конструкция петлевого соединения выпусков арматуры прогонов в нахлестку.

Проведены экспериментальные исследования балок, состоящих из двух прогонов с подрезками и выпусками арматуры, объединенных монолитными стыками. Двухпрогонные конструкции с петлевыми стыками в нахлестку имели примерно ту же

несущую способность, что и с сварным соединением выпусков арматуры. Однако хрупкий характер их разрушения требует постановки дополнительных элементов, повышающих надежность стыка.

Определена возможность создания дополнительного обжатия за счет рациональной последовательности возведения перекрытия.

Разработана методика расчета опертой по контуру плиты перекрытия с подкрепляющей системой перекрестных балок смешанного типа, учитывающая физическую нелинейность, работу бетона в условиях двухосного сжатия, особенности трещинообразования. Она построена на использовании метода последовательных нагружений в сочетании с линеаризующими итерационными процессами на каждом их шаге. Решение осуществляется методом конечных элементов с помощью программного комплекса “Мираж”. Выполнено численное исследование предложенной конструкции перекрытия, выявившее степень влияния уровня нагружения на характер распределения усилий в ее элементах.

Проведено экспериментальное исследование натурального фрагмента предложенного перекрытия размером в плане 3,3 x 3,1 м, установлены закономерности его деформирования, исчерпания несущей способности, распределения усилий. Сопоставление результатов эксперимента и расчета по разработанной методике показало их приемлемое соответствие.

Даны предложения по использованию разработанных решений в новом строительстве и реконструкции.

Результаты работы внедрены в строительной фирме “Витязь” и в проекте нормативного документа Украины “ДБН. Ремонт та підсилення несучих будівельних конструкцій та основ промислових споруд, що експлуатуються (реконструюються)”, раздел “Кам’яні та армокам’яні конструкції”.

Ключевые слова: опертая по контуру плита, локальное предварительное напряжение, стык, перекрестные балки, трещинообразование, относительный прогиб.

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
Збірно-монолітні перекриття з підкріпленням змішаного типу

Аділов Агаверді Ескендарович

Відповідальний за випуск Романенко В.В.

Підписано до друку 09.03.2000 р.

Формат паперу 60 x 84 1/16. Папір для розмножувальних апаратів.

Друк офсетний. Умовн.-друк. арк. Обл.-вид. арк. .

Замовлення № 112. Тираж 100 прим.

Вид. ХарДАЗТ, 61050, м.Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Друк. ХарДАЗТ, 61050, м.Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.