

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

АСАНОВ В'ЯЧЕСЛАВ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 624.012.46+624.014.2

**СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННІ ЗГИНАЛЬНІ
ЕЛЕМЕНТИ З ЛОКАЛЬНИМ І ТЕХНОЛОГІЧНИМ
ПОПЕРЕДНІМ НАПРУЖЕННЯМ**

Спеціальність 05.23.01 - будівельні конструкції,
будівлі та споруди

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2004

Дисертацією є рукопис.
Робота виконана в Харківському державному технічному

університеті будівництва та архітектури Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник

кандидат технічних наук, доцент
Ізбаш Михайло Юрійович,
Харківський державний технічний
університет будівництва та архітектури,
доцент кафедри залізобетонних
і кам'яних конструкцій.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Стороженко Леонід Іванович,
Полтавський національний технічний
університет ім. Ю. Кондратюка,
професор кафедри конструкцій
з металу, дерева і пластмас;

кандидат технічних наук, доцент
Лобяк Олексій Вікторович,
Українська державна академія залізничного
транспорту, доцент кафедри будівельної
механіки і гідравліки.

Провідна установа:

Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури Міністерства
освіти і науки України, кафедра
залізобетонних і кам'яних конструкцій,
м. Дніпропетровськ.

Захист відбудеться « » червня 2004 р. о 13⁰⁰ годин на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.02 Української державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

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

Автореферат розісланий « » травня 2004 р.

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

Ватуля Г.Л.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сталезалізобетонні згинальні елементи являють

собою клас збірно-монолітних несучих конструкцій, ефективність роботи яких забезпечується раціональним об'єднанням для спільної роботи монолітної залізобетонної плити в стиснутій зоні і сталевих балок у розтягнутій. Вони знайшли застосування в мостах, у конструкціях перекриттів різних типів будівель і ін. Особливо широко вони почали застосовуватися в реконструкції, обсяги якої в останні роки значно зросли. Її специфікою є проведення робіт у стиснутих умовах без застосування монтажних механізмів, унаслідок чого при перекритті прольотів збільшеної довжини виникають труднощі, зв'язані з великою власною масою сталевих балок. Крім того, застосування балок з великою висотою перетинів у багатьох випадках приводить до необхідності зменшення висоти реконструйованих приміщень.

Одним з найбільш ефективних шляхів зменшення висоти перетинів несучих елементів є їхнє попереднє напруження. Однак попереднє обтиснення сталезалізобетонних елементів мало досліджене і поки в будівельній практиці широко не застосовувалося.

Усе викладене вище визначає перспективність розробки і дослідження ефективних типів попередньо напружених сталезалізобетонних згинальних елементів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.
Дисертаційна робота виконана відповідно до тематики наукових досліджень, які проводяться кафедрою залізобетонних і кам'яних конструкцій Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури за тематичним планом, затвердженим Міністерством освіти і науки України, - тема: «Дослідження залізобетонних конструкцій і їхніх технологій з високоефективних матеріалів на нових методологічних основах» (номер держ. реєстрації 0100U000221), за планом ХДТУБА – тема: «Ефективні несучі системи для нового будівництва і реконструкції будівель та споруд», за планом Міжрегіональної асоціації «Залізобетон» - тема: «Конструкції сталезалізобетонних перекриттів з локальним і технологічним попереднім напруженням для нового будівництва і реконструкції будівель і споруд».

Мета роботи – створення сталезалізобетонних згинальних елементів зі спільним локальним і технологічним попереднім напруженням і розробка методики їхнього розрахунку.

Задачі дослідження:

1. Розробити ефективні сталезалізобетонні згинальні елементи з локальним і технологічним попереднім напруженням для перекриття прольотів збільшеної довжини.

2. Запропонувати та експериментально дослідити раціональну конструкцію вузла кріплення напруженої арматури до сталезалізобетонних згинальних елементів.

3. Запропонувати раціональну конструкцію протизсувного анкера, що забезпечує спільність роботи монолітної залізобетонної плити і сталеві балки, методику розрахунку його несучої здатності і розміщення по довжині сталезалізобетонної конструкції.

4. Розробити, вибрати та експериментально дослідити роботу конструкцій тимчасових підтримуючих стійок для здійснення технологічного попереднього напруження сталезалізобетонних перекриттів.

5. Розробити методику розрахунку сталезалізобетонних згинальних елементів з локальним і технологічним попереднім напруженням.

6. Експериментально підтвердити ефективність попереднього напруження сталезалізобетонних згинальних елементів, виявити закономірності їхньої роботи при короткочасному навантаженні, оцінити втрати попереднього напруження від деформацій повзучості і усадки бетону.

7. Впровадити результати роботи.

Об'єктом дослідження є сталезалізобетонні згинальні елементи з локальним і технологічним попереднім напруженням.

Предметом досліджень є ефективність підвищення несучої здатності, тріщиностійкості і жорсткості сталезалізобетонних згинальних елементів їх локальним і технологічним попереднім напруженням.

Методи досліджень носять комплексний характер:

- експериментальне виявлення закономірностей роботи запропонованих конструкцій за допомогою спеціально сформированого випробувального стенда і стандартної вимірювальної техніки;

- визначення на стандартному устаткуванні деформативно-міцнісних характеристик бетону і арматури, випробування вертикальних стійок;

- теоретична побудова апарата розрахункового визначення зусиль і несучої здатності на основі використання методів будівельної механіки, нелінійної теорії залізобетону, теорії граничної рівноваги.

Наукову новизну результатів дисертаційної роботи складають:

- запропоновані принципи підвищення ефективності сталезалізобетонних згинальних елементів їх спільним локальним і технологічним попереднім напруженням;

- виявлені експериментально закономірності деформування і руйнування запропонованих конструкцій;

- розроблена методика розрахунку сталезалізобетонних згинальних елементів з локальним і технологічним попереднім напруженням з урахуванням фізичної нелінійності та історії навантаження;

- запропонований підхід до спрямованого формування напружено-деформованого стану в зонах кріплення напруженої арматури до балки і результати експериментальних досліджень роботи арматури в зоні кріплення під навантаженням;

- запропонований принцип підвищення ступеня спільності роботи залізобетонної плити і сталеві балки за допомогою спеціально сконструйованих петльових анкерів і розроблена методика їхнього розрахунку.

Практичне значення роботи полягає в тому, що розроблені локально попередньо напружені елементи, принципи їхнього конструювання, запропонована методика розрахунку дозволяють перекидати прольоти збільшеної довжини і відповідно одержувати приміщення з великими вільними площами, досягаючи при цьому зниження матеріальних і енергетичних витрат і забезпечуючи можливість зведення без використання монтажних кранів, у

стиснутих умовах реконструкції.

Результати дослідження впроваджені при реконструкції перекриттів у чотирьох багатоповерхових будинках у м. Харкові.

Особистий внесок дисертанта:

- запропоновані та експериментально перевірені принципи підвищення несучої здатності, тріщиностійкості і жорсткості сталезалізобетонних згинальних елементів попереднім напруженням;
- проведено експериментальні дослідження ефективності розробленої конструкції вузла кріплення арматурних напружених стержнів до сталезалізобетонної балки;
- розроблено конструкцію протизсувного анкера підвищеної ефективності і методика його розрахунку;
- експериментально досліджені закономірності деформування і вичерпання несучої здатності розроблених локально попередньо напружених сталезалізобетонних згинальних елементів, результати зіставлені з даними спеціально проведених аналогічних випробувань без попереднього обтиснення;
- розроблено методики розрахунку сталезалізобетонних згинальних елементів зі спільним локальним і технологічним попереднім напруженням з урахуванням фізичної нелінійності та історії навантаження;
- зроблено експериментальну оцінку втрат локального попереднього напруження;
- розроблені, підібрані та експериментально досліджені конструкції тимчасових підтримуючих стійок;
- прийнято участь у впровадженні результатів роботи.

Апробація роботи. Основні положення дисертації, результати теоретичних і експериментальних досліджень, виконаних розробок, впровадження доповідалися на 58-й (2003 р.) і 59-й (2004 р.) науково-технічних конференціях Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури,

Міжнародних конференціях «Раціональні енергозберігаючі конструкції, будівлі та споруди в будівництві і комунальному господарстві» (Белгород, 2002 р.), «Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону» (Львів, 2003 р.), «Ресурс і безпека експлуатації конструкцій, будівель та споруд» (Харків, 2003 р.).

Публікації. По темі дисертації опубліковано 7 робіт, з них 6 у виданнях, рекомендованих ВАК України, отримано патент України 59242А.

Обсяг і структура дисертації. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних літературних джерел з 143 найменувань. Загальний обсяг складає 177 сторінок, у тому числі 124 сторінки основного машинописного тексту, 39 окремих сторінок з 73 рисунками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ присвячений обґрунтуванню проведення теоретичних і експериментальних досліджень, розробок по створенню ефективних сталезалізобетонних згинальних елементів для перекриття прольотів збільшеної довжини, визначені мета, задачі роботи, її наукова новизна і практичне значення, наведені зведення про апробацію і публікацію матеріалів дисертації.

У першому розділі представлено аналіз різних типів сталезалізобетонних конструкцій, що застосовуються в будівництві, досліджень їхньої роботи, підходів до розрахунку, а також розглянуто існуючі способи попереднього напруження конструкцій.

Розробці і дослідженню сталезалізобетонних конструкцій і несучих елементів із зовнішнім армуванням з різних матеріалів присвячені роботи Аметова Ю.Г., Бондаренко В.М., Клименко Ф.Є., Пустовойтова В.П., Салії Г.Ш., Стороженко Л.І., Стрелецького Н.С., Сурдіна В.М., Чихладзе Е.Д., Шагіна О.Л. та ін.

Основою для проектування сталезалізобетонних конструкцій є нормативний документ Єврокод 4, у якому узагальнені результати досліджень і досвід застосування різного типу сталезалізобетонних елементів, наведені рекомендації щодо їхнього розрахунку і конструювання, забезпечення спільності роботи залізобетонної і сталеві частин за допомогою різного типу

протизсувних анкерів.

Сталезалізобетонні згинальні елементи застосовуються в прольотних будівлях мостів і в конструкціях перекриттів будівель та споруд. В останні роки вони стали широко використовуватися в реконструкції для заміни або підсилення перекриттів.

Однак у випадках необхідності перекриття прольотів збільшеної довжини, що часто зустрічається в практиці реконструкції, потрібно використання в сталезалізобетонних перекриттях сталевих балок досить великих перетинів і відповідно власної маси. Зазначене значно утруднює їхній монтаж без використання вантажопідйомних механізмів. З метою зменшення висоти перетинів залізобетонних, сталевих згинальних елементів, як правило, застосовується їхнє попереднє напруження. Існує велике число способів попереднього напруження. Сталеві згинальні елементи у багатьох випадках напружуються зтяжками електротермічним способом, зв'язаним з підвищеними енергетичними витратами. Менш енергоємним є спосіб локального обтиснення конструкцій, запропонований Шагінім О.Л. Попереднє напруження сталезалізобетонних згинальних елементів зазначеним способом у зв'язку з недостатньою вивченістю і відсутністю методики розрахунку в практиці мало застосовувалося.

Метод граничної рівноваги, який застосовується у розрахунках статично невизначених систем в його традиційній формі, не дозволяє врахувати вплив історії навантаження на несучу здатність конструкції. Зазначене обумовлює необхідність розробки методики розрахунку, що враховує попереднє обтиснення.

Виконаний аналіз стану питання дозволив сформулювати задачі роботи.

Другий розділ присвячений запропонованим локально попередньо напруженим сталезалізобетонним згинальним елементам, з яких формуються перекриття збільшених прольотів. Ефективність досягається тим, що попередньому напруженню піддається тільки сталева балка, тобто до її об'єднання з залізобетонною плитою. Тому що момент опору і площа перетину

в сталевій балці менше, ніж у сталезалізобетонній, напруження обтиснення в майбутній розтягнутій полиці будуть вище, ніж при локальному попередньому напруженню сталезалізобетонної балки.

Локальне попереднє напруження здійснюється відтягуванням приварених безпосередньо до стінок або через проміжні пластини арматурних стержнів, а потім фіксації їхнього положення приварюванням упорів. Відтягування здійснюється ручним гвинтовим домкратом, після зняття якого сила F_{sp} через упори вигинає балку (рис.1), створюючи обтиснення локально, тобто тільки на ділянці l_{sp} , де в експлуатації будуть виникати істотні згинальні моменти. Тому що місця приварки розташовуються нижче нейтральної вісі на відстані e_{sp} , крім подовжньої сили H_{sp} , викликуваної натягом стержнів, буде виникати додатковий згинальний момент, що збільшує обтиснення майбутньої розтягнутої полиці.

Запропонована послідовність формування сталезалізобетонних конструкцій перекриттів ефективна не тільки в силовому, але й у технологічному плані, тому що дозволяє здійснювати попереднє напруження до монтажу, унизу на об'єкті або взагалі на виробничій ділянці з організацією відповідного контролю.

Також до монтажу до верхньої полиці сталеві балки приварюються протизсувні анкери, що забезпечують спільність роботи сталеві балки і залізобетонної плити. Запропоновано нову конструкцію петльового анкера, підвищена ефективність якого досягається роботою бетону не тільки на зріз, але і на зминання.

Розроблено конструкцію вузла кріплення арматурних стержнів до стінки балки, що зводить до мінімуму концентрацію напружень в арматурі поблизу місця її приварки. На конструкцію вузла кріплення отримано патент України 59242А.

Запропонована послідовність улаштування сталезалізобетонного перекриття підвищує рівень попереднього обтиснення за рахунок включення в роботу шпренгеля з арматури, що напружена, при впливі навантаження від

власної маси свіжеукладеного бетону.

Розроблено методику розрахунку локально попередньо напружених згинальних елементів з урахуванням фізичної нелінійності та історії формування напруженого стану. В основу методики покладено метод граничної рівноваги. Приймається, що вичерпання несучої здатності відбувається при одночасному досягненні граничного напруження в арматурних стержнях, нижній полиці двутавра і у стиснутому бетоні плити. Розрахунок ведеться в два етапи, першим з яких є визначення напружень у компонентах конструкції в результаті впливів у доексплуатаційній стадії. Через порівняно невисокий рівень напруженого стану розрахунок ведеться в лінійній постановці. Другий етап - розрахунок на вплив навантаження в експлуатації. З рівняння граничної рівноваги для перетину в середині довжини прольоту величина руйнівного для стадії експлуатації рівномірно розподіленого навантаження q_{ue} становить

$$q_{ue} = \frac{8}{\ell^2} \left[\frac{1}{2} R_{spu} A_{sp} \ell_{sp} \sin \alpha + R_{spu} A_{sp} e_{sp} \cos \alpha + M_{ue} \right].$$

Тут R_{spu} – граничне напруження в арматурних стержнях з урахуванням їх роботи в доексплуатаційній стадії;

M_{ue} – граничний момент у перетині з урахуванням роботи компонентів конструкції в доексплуатаційній стадії і дії подовжньої сили уздовж нейтральної вісі.

Дійсним руйнівним навантаженням є сума навантажень у доексплуатаційній стадії і руйнівної для стадії експлуатації.

Третій розділ присвячений розробці сталезалізобетонних згинальних елементів зі спільним локальним і технологічним попереднім напруженням. Особливість у тім, що після локального обтиснення і монтажу сталеві балки перед укладанням бетону залізобетонної плити під балкою, наприклад, у середині довжини встановлюється тимчасова стійка. Унаслідок зазначеного сталеві балки сприймає навантаження від свіжеукладеного бетону за схемою нерозрізної двопрольотної. Після набору бетоном міцності стійка знімається і

навантаження від власної маси сприймається вже сталезалізобетонною, а не сталевою балкою, що веде до менших напружень. На відміну від даної відомої процедури запропоноване технологічне попереднє напруження складається з додаткового повторного локального обтиснення, викликаного роботою арматурних стержнів при сприйнятті навантаження від власної маси по шпренгельній схемі. Більш того, у сформованій сталезалізобетонній балці нейтральна вісь розташована істотно вище, ніж у сталевій, унаслідок чого зростає величина ексцентриситету e_{sp} і відповідно моменту вигину.

Ефект може бути збільшений підведенням тимчасової висувної опорної стійки, що додатково вигинає балку. Тому була розроблена спеціальна стійка з плавно регульованою висотою, обрані конструкції двосекційних стійок. Проведені експериментальні дослідження трьох типів стійок висотою 3,0 м і 3,5 м підтвердили стабільність їхньої роботи при прикладенні стискаючого навантаження до 50 кН, що прийнятно для перекриттів житлових і цивільних будівель.

До прикладення навантаження в експлуатації сталезалізобетонний згинальний елемент з локальним і технологічним попереднім напруженням проходить 3 стадії роботи.

Стадія 1 – локальне попереднє напруження сталеві балки.

Стадія 2 – сприйняття сталевою балкою навантаження від маси свіже укладеного бетону після установки тимчасової опорної стійки за схемою двопрольотної нерозрізної.

Стадія 3 – сприйняття сталезалізобетонною балкою зі шпренгельним підкріпленням навантаження від власної маси за схемою однопрольотної конструкції.

Через невисокий рівень навантаження до експлуатації зусилля і напруження можуть визначатися на кожній стадії в лінійній постановці і складатися. Сумарні значення напруг для трьох зазначених стадій є початковими для стадії експлуатації і визначають діапазон роботи бетону, арматурних стержнів і сталеві балки в стадії експлуатації до досягнення

руйнівного навантаження q_{ue} . Тобто величини граничних напружень визначаються як різниця між значеннями розрахункових опорів компонентів конструкції і відповідними величинами зазначених вище сумарних напружень, що виникли до експлуатації, з урахуванням їх знаків.

Руйнівне рівномірно розподілене навантаження визначається при сумісному локальному і технологічному обтисненні по наведеній вище залежності, але з урахуванням визначених сумарних напруг.

Викладена побудова розрахункового апарата забезпечує прийнятну для інженерних розрахунків точність.

У четвертому розділі приведені методика і результати проведених експериментальних досліджень по встановленню закономірностей деформування і руйнування локально попередньо напружених сталезалізобетонних згинальних елементів.

Випробувалися 4 типи зразків сталезалізобетонних балок: Б – без попереднього напруження, БН-1 – з локальним обтисненням з напруженням в арматурних стержнях $\sigma_{sp} = 230$ МПа, БН-2 з $\sigma_{sp} = 330$ МПа, БН-3 з $\sigma_{sp} = 400$ МПа.

Зразки мали довжину 2,5 м і формувалися зі сталевого двотавра № 14 і залізобетонної полиці шириною 250 мм, висотою перетину 60 мм, бетон класу В35. До стінок двотаврів в якості напруженої арматури приварювалися стержні $\varnothing 16$ мм класу А500С.

Попереднє напруження здійснювалось відтягуванням арматурних стержнів ручним гвинтовим домкратом і фіксацією їхнього положення упорами.

Після обтиснення зразки знаходилися в ненавантаженому стані з метою визначення втрат напруг від деформацій повзучості та усадки бетону. Зазначені втрати виявилися дуже малими завдяки шпренгельній схемі роботи арматурних стержнів.

Випробування виконувались за схемою однопрольотної балки, завантаженої силою в середині довжини прольоту в спеціально сформированому стенді. Навантаження створювалося гідравлічним домкратом

ДГ-25, підключеним до насосної станції ПНСР-400. Загальний вид випробувань і розміщення вимірювальних приладів показані на рис.2.

В випробуваннях було встановлено, що локальне обтиснення при прийнятій кількості арматури і рівні попереднього напруження в ній несучу здатність сталезалізобетонної балки підвищило в 1,47 рази, величину навантаження тріщиноутворення в 1,6 рази. Характер деформування випробуваних зразків під навантаженням показаний на рис.3. Із нього видно, що попереднє напруження істотно підвищує і жорсткість конструкції.

Процесу руйнування передувала поява тріщин у полиці, потім відбувався інтенсивний їхній ріст і зменшення висоти стиснутої зони. Процес вичерпання несучої здатності завершувався появою лещадок, роздробленням стиснутої зони бетону.

Прискорений ріст напружень в арматурних стержнях спостерігався після досягнення текучості в нижній полиці сталевго двотавра. Зазначене свідчить про доцільність підвищення рівня попереднього напруження в стержнях більш 0,8 від їхнього нормативного опору.

З метою дослідження ефективності розробленого вузла кріплення напруженої арматури до стінки балки у зразку БН-3 він був виконаний по конструкції, рекомендованій в патенті 59242А, у балках БН-1 і БН-2 рекомендації патенту не були використані. Випробування показали, що в балках БН-1 і БН-2 деформації арматури поблизу місця кріплення стержнів були в 3...4 рази більше, ніж у середній частині їх довжини. У балці БН-3 (з розробленим вузлом кріплення) зазначена різниця склала 20...30%. При виконанні даного вузла строго по патенту різниця була б ще меншою. Таким чином, розроблений вузол виключає концентрацію напружень у стержні в місці кріплення до балки.

Близькість вимірних значень деформацій бетону і верхньої полиці двотавра, практично строго виконання гіпотези плоских перетинів підтвердили спільність роботи залізобетонної полиці і сталевго балки.

Проведені експерименти показали прийнятність розробленої методики

розрахунку. В дисертації показано, що відхилення при співставленні не перевищує 10%.

П'ятий розділ присвячений запропонованим раціональним сферам впровадження результатів роботи, питанням забезпечення належної звукоізоляції перекриття, вогнестійкості, захисту від корозії. Приведено аналіз конкретних прикладів застосування розроблених попередньо напружених згинальних елементів, запропонованих вузла кріплення напруженої арматури і протизсувного анкера при реконструкції об'єктів по вул. Сумській, 6; вул. Гоголя, 11; вул. Артема, 48б; вул. Гіршмана, 19 у м. Харкові. Результати впровадження показали ефективність і технологічність рішень, запропонованих у дисертації, відповідність замірених значень деформацій в арматурі тим, що були отримані розрахунком.

ВИСНОВКИ

1. Запропоновані локально попередньо напружені сталезалізобетонні перекриття підвищеної технологічності і силової ефективності, зниженої металоємності (завдяки використанню у якості напруженої арматури сталі підвищеної міцності класу А500С). Представляється можливим перекивати прольоти збільшеної довжини зі здійсненням попереднього напруження і монтажу сталевих елементів конструкцій вручну, без використання енергоємних монтажних кранів, що особливо важливо для реконструкції, яка проводиться в стиснутих умовах приміщень.

2. Розроблена і досліджена конструкція вузла кріплення напруженої арматури до стінки сталезалізобетонної балки, захищена патентом України 59242А. Вона дозволяє, як показали проведені експерименти, знизити величину напруження в арматурі в зоні кріплення до балки в 3...4 рази. Конструкція вузла відповідає вимогам до арматури А500С за умовою зварювання.

3. Запропонована нова конструкція петльового анкера, що забезпечує спільність роботи сталевих балки і залізобетонної полиці. Підвищена ефективність анкера досягається використанням роботи бетону не тільки на

зріз, але і на змінання. Розроблено методики розрахунку анкерів і їхнього розміщення по довжині верхньої полиці сталеві балки.

4. Розроблено методику оцінки напружено-деформованого стану і несучої здатності локально попередньо напружених сталезалізобетонних згинальних елементів з урахуванням фізичної нелінійності і технологічної послідовності улаштування сталезалізобетонного перекриття.

5. Розроблено новий ефективний тип конструкцій - сталезалізобетонні згинальні елементи з локальним і технологічним попереднім напруженням. Теоретично обґрунтована силова доцільність сполучення локального і технологічного обтиснення сталезалізобетонних перекриттів, які є збірно-монолітними конструкціями.

Визначено раціональну технологічну послідовність здійснення попереднього напруження, що забезпечує його підвищену силову ефективність.

6. Запропоновано конструкцію тимчасових підтримуючих стійок із плавним регулюванням висоти, підібрані й експериментально досліджені розсувні двосекційні трубчасті стійки, які забезпечують сприйняття стискаючого навантаження не менш 50 кН, що відповідає власній вазі свіжеукладеного бетону, який приходиться на одну підтримуючу стійку в сталезалізобетонних перекриттях, що найбільш часто зустрічаються в практиці.

Випробування показали стабільність роботи стійок висотою $H = 3$ і $3,5$ м; вигин у середині висоти внаслідок випадкових ексцентриситетів при стискаючому навантаженні 50 кН складав до 5 мм, тобто $(\frac{1}{700} \dots \frac{1}{600}) H$. В часі прогини не зростали, деформації були пружними, після випробувань верхня секція у виді труби-вставки вільно вставлялася в нижню секцію, що представляла собою трубу-підставу.

7. Побудовано апарат розрахунку сталезалізобетонних згинальних елементів з локальним і технологічним попереднім напруженням, що дозволяє врахувати процес формування напруженого стану і картину вичерпання несучої здатності. В основу розробленого апарата покладені принципи теорії

граничної рівноваги, але з урахуванням історії навантаження.

8. Проведені експерименти показали, що завдяки шпренгельній схемі роботи напруженої арматури втрати напруг у ній внаслідок деформацій повзучості і усадки бетону малі, менш 10 МПа.

9. Експериментально виявлені закономірності деформування і руйнування сталезалізобетонних згинальних елементів з локальним попереднім напруженням; підтверджено, що завдяки обтисненню напруженою арматурою несуча здатність при прийнятих співвідношеннях параметрів компонентів конструкцій зростала в 1,47 рази, тріщиностійкість у 1,6 рази. Зазначений ефект зростає з ростом початкового рівня попереднього напруження.

10. Вичерпання несучої здатності конструкції характеризується руйнуванням залізобетонної полиці внаслідок роздроблення бетону після досягнення текучості в сталевій балці. Підвищення рівня попереднього напруження може зближати моменти настання текучості в сталевій балці і руйнування бетону стиснутої полиці, тобто воно може служити важливим інструментом раціонального конструювання сталезалізобетонних згинальних елементів з локальним і технологічним попереднім напруженням.

11. Зіставлення результатів розрахунку за розробленою методикою з експериментально отриманими даними свідчить про їхню прийнятну відповідність, відхилення не перевищують 10%.

12. Впровадження результатів роботи на 4 об'єктах м.Харкова підтвердило високу технологічність і ефективність розроблених попередньо напружених сталезалізобетонних перекриттів, можливість з їхньою допомогою перекривати прольоти збільшеної довжини, одержувати приміщення з вільним, трансформувемим плануванням при мінімальних витратах енергетичних і матеріальних ресурсів.

Основні положення дисертації опубліковані в наступних роботах:

1. Избаш М.Ю., Асанов В.В. Технологическое предварительное напряжение сталежелезобетонных изгибаемых элементов // Науковий вісник будівництва.-Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2002.-Вип. 19.-С.188-192.

Особистий внесок – аналіз розвитку напруженого стану при технологічному попередньому напруженні.

2. Избаш М.Ю., Асанов В.В. Эффективный тип перекрытий для реконструкции зданий и сооружений // Коммунальное хозяйство городов.-К.: Техніка, 2002.-Вып. 45.-С.212-215.

Особистий внесок – розробка елементів сталезалізобетонного попередньо напруженого перекриття підвищеної технологічності.

3. Избаш М.Ю., Асанов В.В., Шемет Р.Н. Технологическое и локальное предварительное напряжение сталежелезобетонных изгибаемых элементов // Рациональные энергосберегающие конструкции, здания и сооружения в строительстве и коммунальном хозяйстве.-Сб.научн.тр. Часть. 1.-Белгород, 2002.-С.107-111.

Особистий внесок – запропоновані технологічні принципи раціонального керування обтисненням сталезалізобетонних згинальних елементів.

4. Шагин А.Л., Избаш М.Ю., Асанов В.В., Шемет Р.Н. Особенности предварительного напряжения сталежелезобетонных конструкций // Будівельні конструкції.-К.: НДІБК, 2003.-Вип. 59.-С.565-570.

Особистий внесок - оцінка формування напруженого стану в сталезалізобетонному згинальному елементі при обтисненні та навантаженні.

5. Шагин А.Л., Избаш М.Ю., Асанов В.В., Гриневич Е.А. Несущая способность балок, усиленных локальным обжатием дополнительной внешней арматурой // Науковий вісник будівництва.-Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2003.-Вип. 24.-С.68-73.

Особистий внесок – розробка методики розрахунку несучої здатності сталезалізобетонних згинальних попередньо напружених елементів.

6. Асанов В.В. Сталежелезобетонные изгибаемые элементы, локально обжатые стержнями из стали А500С // Науковий вісник будівництва.-Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2003.-Вип. 23.-С.123-128.

7. Асанов В.В. Экспериментальная оценка влияния локального обжатия на работу сталежелезобетонных изгибаемых элементов // Науковий вісник будівництва.-Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2004.-Вип. 25.-С.165-168.

8. Узел закріплення напруженої арматури до сталезалізобетонної балки. Пат. 59242А України, МКИ E04B1/100, E04C5/16 / О.Л. Шагін, М.Ю., Ізбаш, В.О. Воблих, В.В. Асанов; № 20021210288; Заявл. 19.12.2002; Опубл. 15.08.2003.-Бюл.№ 8.-3 с.

Особистий внесок – експериментальне обґрунтування конструкції вузла кріплення арматури до стінки балки.

АНОТАЦІЯ

Асанов В.В. Сталезалізобетонні згинальні елементи з локальним та технологічним попереднім напруженням – Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди. – Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2004.

Дисертація присвячена запропонованому типу сталезалізобетонних конструкцій, підвищена ефективність яких забезпечується локальним та технологічним попереднім напруженням.

Розроблені конструктивно-технологічні рішення, які надійно об'єднують для сумісної роботи залізобетонні полки і сталеві балки, виключають виникнення концентрації напружень в арматурі біля місця її закріплення до стінки сталевої балки. Запропоновані принципи спрямованого формування напруженого стану сталезалізобетонної конструкції за допомогою локального та технологічного попереднього обтиснення.

Розроблено методику розрахунку запропонованих сталезалізобетонних згинальних елементів з урахуванням фізичної нелінійності та попереднього локального і технологічного обтиснення.

Проведені експериментальні дослідження сталезалізобетонних згинальних елементів з різними рівнями попереднього обтиснення, які показали його ефективність і відповідність отриманих результатів положенням

розробленої методики розрахунку.

Результати роботи впроваджені при реконструкції чотирьох об'єктів у м. Харкові.

Ключові слова: сталезалізобетонна балка, локальне попереднє напруження, технологічне обтиснення, гранична рівновага, несуча здатність, тріщиностійкість, історія навантаження.

АННОТАЦІЯ

Асанов В.В. Сталезалізобетонные изгибаемые элементы с локальным и технологическим предварительным напряжением.-Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения.- Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, 2004.

Во введении дана общая характеристика работы, обоснована актуальность темы, сформулирована научная новизна, практическая ценность работы, определены личный вклад диссертанта в решение поставленных задач.

Первый раздел посвящен анализу применяемых в строительстве сталезалізобетонных конструкций. Наиболее широко используются сталезалізобетонные изгибаемые элементы в пролетных строениях мостов и в перекрытиях зданий и сооружений.

Рассмотрены конструктивные решения элементов, обеспечивающих совместную работу сжатой железобетонной полки и стальной балки, существующие подходы к расчету сталезалізобетонных конструкций.

Приведен анализ применяемых способов предварительного напряжения стальных и железобетонных изгибаемых элементов, снижающих их материалоемкость и позволяющих перекрывать пролеты увеличенной длины.

В результате выполненного анализа сделан вывод о целесообразности предварительного напряжения и сталезалізобетонных изгибаемых элементов.

Во втором разделе излагаются особенности разработанных локально предварительно напряженных сталезалізобетонных изгибаемых элементов,

предлагаемые принципы осуществления обжатия и формирования перекрытий при реконструкции и новом строительстве.

Рассматривается разработанная конструкция объединяющего железобетонную плиту и стальную балку противосдвигового анкера, повышенная эффективность которого обеспечивается сопротивлением бетона не только срезу, но и смятию. Соответственно разработана методика расчета указанных анкеров и расстановки их по длине балки.

Предложена новая конструкция узла крепления напрягаемой арматуры к стенке балки. На указанную конструкцию получен патент Украины 59242А. Она позволяет значительно уменьшить величину изгибных напряжений в арматуре в зоне крепления.

Разработана методика расчета локально предварительно напряженных сталежелезобетонных изгибаемых элементов, учитывающая последовательность формирования в ней напряженного состояния и физическую нелинейность.

Третий раздел посвящен предложенным изгибаемым элементам с совместным локальным и технологическим предварительным напряжением. Раскрывается сущность направленного формирования напряженного состояния сталежелезобетонных конструкций путем первоначального локального обжатия стальной балки, а затем технологического предварительного напряжения сталежелезобетонной балки.

Приводится аппарат оценки напряженного состояния конструкции в доэксплуатационной стадии. Выполнена разработка и подбор конструкций временных поддерживающих стоек, необходимых для осуществления технологического предварительного напряжения.

Проведенные экспериментальные исследования стоек подтвердили надежность их работы при имеющихся место нагрузках на конструкцию от собственной массы свежешелюженного бетона в перекрытиях жилых и гражданских зданий.

Представлена разработанная двухэтапная методика расчета

сталежелезобетонных изгибаемых элементов с локальным и технологическим предварительным напряжением. На первом этапе оценивается доэксплуатационное напряженное состояние в линейной постановке ввиду сравнительно невысокого его уровня. На втором этапе с использованием положений теории предельного равновесия определяется величина разрушающей нагрузки для стадии эксплуатации, но с учетом напряжений в компонентах конструкции, сформировавшихся в доэксплуатационной стадии.

В четвертом разделе освещается методика и результаты проведенных экспериментальных исследований. Испытания сталежелезобетонных балок с различными уровнями локального предварительного напряжения и без обжатия подтвердили эффективность предлагаемых сталежелезобетонных изгибаемых элементов и разработанного узла крепления напрягаемой арматуры к балке (патент Украины 59242А). Обжатие существенно повысило несущую способность, трещиностойкость и жесткость сталежелезобетонной конструкции.

Пятый раздел посвящен внедрению результатов работы, освещению уже осуществленной практической реализации положений диссертации на четырех объектах г. Харькова.

Ключевые слова: сталежелезобетонная балка, локальное предварительное напряжение, технологическое обжатие, предельное равновесие, несущая способность, трещиностойкость, история нагружения.

ABSTRACT

Asanov V.V. Steelferroconcrete bending elements with local and technological prestressing.-Manuscript.

Candidate's thesis for a scientific degree in specialty 05.23.01 - building constructions, buildings and structures.-Ukrainian state academy of railway transport, Kharkov, 2004.

The thesis is dedicated to the offered types of the steelferroconcrete structures the efficiency of which is secured by local and technological prestressing.

Constructive- solutions which successfully unite for joint work of ferroconcrete shelf and steel beam include arising stress concentration in the reinforcement near the place of their fixing to the side of the steel beam have been elaborated. Principles of direct formation of the stressed state of the steelferroconcrete structure by local and technological prespinning have been offered.

Calculation methods of the offered steelferroconcrete bending elements accounting their physical non-linearity and local and technological prespinning have been elaborated.

Experimental investigations of the steelferroconcrete bending elements with different levels of prespinning which showed its efficiency and the conformity of the received results to the elaborated methods of calculation have been carried out.

The results of the work have been inculcated into reconstruction of four objects in the city of Kharkiv.

Key words: steelferroconcrete beam, local prestressing, technological spinning, border equilibrium, bearing capacity, crack stability, history of loading.

Підписано до друку05.2004 г. Формат 60x90 1/16

Папір для лазерних принтерів.

Умов.-друк. л. 0,9.

Замовлення № . Тираж 100 прим. Безкоштовно.

Ризограф ХДТУБА,

61002, м. Харків, вул. Сумська, 40, тел.7-000-240.