

І.Г. Іваник, С.І. Віхоть, Р.С. Пожар, Ю.Ю. Вибранець  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра будівельного виробництва  
79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КОМБІНОВАНИХ СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНИХ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

© Іваник І.Г., Віхоть С.І., Пожар Р.С., Вибранець Ю.Ю., 2007

Здійснено експериментальні дослідження натурних статично невизначених комбінованих конструкцій. Використані результати експериментальних і теоретичних досліджень металевої комбінованої статично невизначеної конструкції дають можливість використовувати конструкції такого типу як несучі сталезалізобетонні елементи.

Experimental researches of the statically indefinite combined constructions of models are conducted. Drawn on results of experimental and theoretical researches of the metallic combined statically indefinite construction enable to use the constructions of such a type in quality the steel elements of the reinforced concretes .

**Вступ.** Аналіз роботи комбінованих металевих конструкцій ще на стадії їх проектування дає можливість досягнути оптимізаційними розрахунками значної економії в витратах матеріалів. Ефект зменшення витрат матеріалів стає більшим при поєднанні в сумісній роботі металевих комбінованих конструкцій і залізобетонної плити в умовах регулювання зусиль як статично невизначених багатопрольотних нерозрізних конструкцій. З метою досягнення запропонований комплекс розрахунково-конструктивних і технологічних рішень, які дозволяють раціонально сформувати напружено деформований стан у перетинах сталезалізобетонних балок двотаврового перетину, з яких утворюється конструкція перекриття чи покриття\*. На початковому етапі теоретичних розрахунків згідно з розробленою методикою, розглядаючи конструкцію комбінованої системи як стрижневу структуру, порівняно легко враховувати будь-які умови роботи просторової конструкції на будь-яке зовнішнє навантаження як під час проектування, так і під час розрахунку існуючих систем, ефективно використовуючи при тому розроблені методи розрахунку стрижневих систем у пружній стадії разом з методами розрахунку нелінійних пружних систем для сталезалізобетонних елементів.

**Мета роботи.** Дослідити комбіновані металеві конструкції з враховуванням особливості їх регулювання і роботи під навантаженням, пов'язані з прийнятим способом будівництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основна розрахункова схема об'єднаного перетину комбінованої сталезалізобетонної конструкції основана на гіпотезі плоских перетинів і пропорційності напружень і деформацій. Цю розрахункову схему приймають в усіх випадках, коли найбільші напруження в плиті не перевищують розрахункового опору бетону на стиск. Її використовують також для визначення деформацій об'єднаних конструкцій.

Існуючі методи не відображають реальну роботу цілої конструкції, не враховуючи при цьому взаємодію між елементами (шпренгельною частиною), які входять в склад просторової конструкції, внаслідок чого отримуємо результати з певним (до 12 %) запасом міцності, відмінною кривою епюр згинальних моментів (особливо в середній частині балки жорсткості) і епюрою поздовжніх сил в елементах підвіски (значні недонапруження).

\* Іваник І.Г., Віхоть С.І. Розрахунок комбінованих конструкцій з використанням методу введення уявних шарнірів // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2005. – № 545. – С. 74–78.

Теоретичну розробку методики і алгоритму розрахунку регулювання напружено-деформованого стану комбінованих конструкцій проводили поетапно з метою вивчення впливу різноманітних факторів на напружено-деформований стан перерізів конструкцій, а саме:

- експериментальні металеві комбіновані конструкції;
- металеві комбіновані конструкції з різноманітною геометричною топологією;
- натурна експериментальна металева комбінована конструкція перекриття прольотом 18 м;
- натурна металева комбінована конструкція перекриття і покриття прольотом 10 м;
- натурна металева комбінована конструкція перекриття прольотом 12 м.

Проведені спеціалістами НДЛ-19 експериментальні дослідження з вивчення роботи комбінованих металевих конструкцій, а також подальший теоретичний аналіз цих досліджень переконливо підтвердили їх найбільшу ефективність як за експлуатаційними, так і за техніко-економічними показниками. Одночасно з експериментально-конструкторськими роботами проводяться роботи з розробки теоретичних обґрунтувань, внаслідок яких було створено новий підхід до розрахунку комбінованих металевих конструкцій і якісної оцінки роботи елементів конструкцій з врахуванням різного роду фізичних і механічних факторів, які певною мірою впливають на перерозподіл зусиль. Випробування і теоретичні розрахунки металевих однопролітних конструкцій виконані з метою визначення їх напружено-деформованого стану балок, оцінки впливу геометричної топології і навантажень на величину напружено-деформованого стану в перерізах конструкції загалом і оцінки несучої здатності конструкцій. Для комбінованих систем проводились розрахунки з встановлення реальних діаграм “згинальний момент – прогин”, “поздовжня сила – прогин” залежно від величини і місця прикладання зовнішнього навантаження з метою подальшого використання отриманих діаграм для розрахунків, їх якісної і кількісної оцінки на остаточний результат розрахунку.

**Експериментальні дослідження.** Співробітниками НДЛ-19 кафедри будівельного виробництва Інституту будівництва та інженерії доквілля Національного університету “Львівська політехніка” запропонована при розробці робочого проекту реконструкції басейну санаторію “Женева” в м. Трускавці конструкція сталезалізобетонного перекриття будівлі. В конструктивно-технологічному проектуванні металевих СНКК брали участь спеціалісти НДЛ-19 Національного університету “Львівська політехніка” сумісно з співробітниками ТзОВ “КНП” і ТзОВ “Спецпроектбуд”. Науковцями Львівської політехніки проведені розрахунки і розроблені робочі креслення СНКК з використанням розроблених в НДЛ-19 методики і програмних комплексів.

СНКК розрахована в складі ригеля середнього прольоту трипролітної рами за схемою 6+18+6 м. Висота рами 4.5 м (рис. 1).

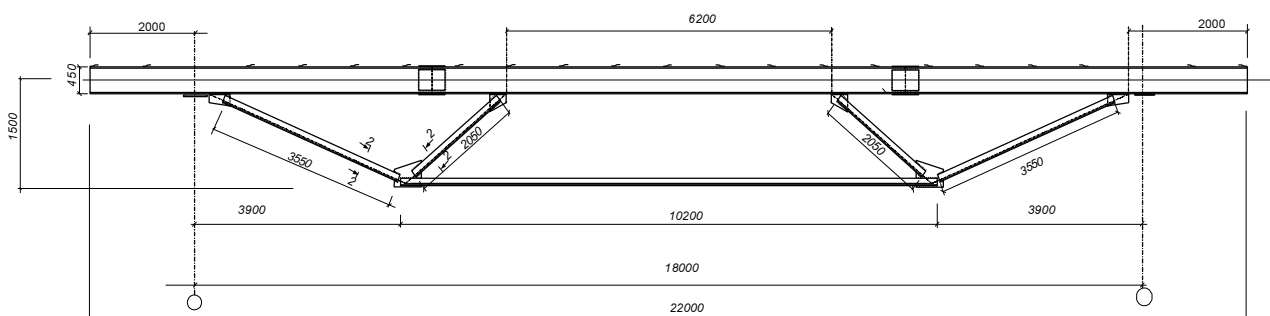


Рис. 1. Статично невизначена комбінована конструкція (СНКК) перекриття

Конструктивно СНКК являє собою жорстку нерозрізну прокатну металеву балку (двотавр № 45 за ГОСТ 8239-89) по верхньому поясу, затяжку і шпренгельну решітку з двох спарених рівнополічкових кутників (125×125×10 за ГОСТ 8509-86) в межах прольоту. Об’єднувалися елементи фасонками товщиною 10 мм. Враховуючи значну загальну довжину конструкції (22 м), запроєктовано два рівноміцні стикові з’єднання прокатної балки. Загальна висота конструкції становить 1500 мм.

**Експериментальна конструкція.** Для визначення напружено-деформованого стану, розподілу зусиль між елементами, жорсткості і перевірки попередньо проведених теоретичних розрахунків конструкції загалом було проведено натурні випробування двох СНКК, виготовлених безпосередньо на будівельному майданчику спеціалістами ПП “БРІВМА–буд” і ТзОВ “КНП” під авторським наглядом науковців НДЛ-19. Випробування СНКК прольотом 18 м проводили за однопрольотною розрахунковою схемою.

Натурні випробування і дослідження СНКК проводилися в межах будівельного майданчику (рис. 2 і 3).



*Рис. 2. Металева СНКК прольотом 18 м*



*Рис. 3. Експериментальна натурна металева СНКК*

Для цього в прольоті 18 м було виставлено опори з фундаментних блоків. На металеві опорні столики поверх блоків встановлювалися дві СНКК на відстані 130 см одна від одної. Для забезпечення загальної стійкості конструкцій несучі елементи фіксувалися на опорах і розкріплювалися між собою по довжині металевими зв'язками.

Завантаження СНКК здійснювали фундаментними блоками ФБС 24-6 вагою 2 т (рис. 4), які встановлювали на верхній жорсткий пояс обох СНКК. Для забезпечення рівномірних навантажень на кожному етапі випуски блоків за межі СНКК ретельно контролювали. В одній точці одночасно встановлювалося по 2 блоки. Наступні два блоки етапу встановлювались в точці, розташованій симетрично відносно поперечної осі конструкції. Отже, обидві СНКК на кожному етапі завантажувалися однаковим навантаженням, яке відповідало розрахунковому рівномірно розподіленому.



Рис. 4. Завантаження СНКК

Поздовжні деформації елементів СНКК вимірювалися за допомогою тензорезисторів на базі 20 мм, які обслуговувалися автоматичним вимірювачем деформацій АД-4М, і мікроіндикаторами на базі 200 мм. Прогини конструкції визначалися прогиномірами БПАО (рис. 5, 6).

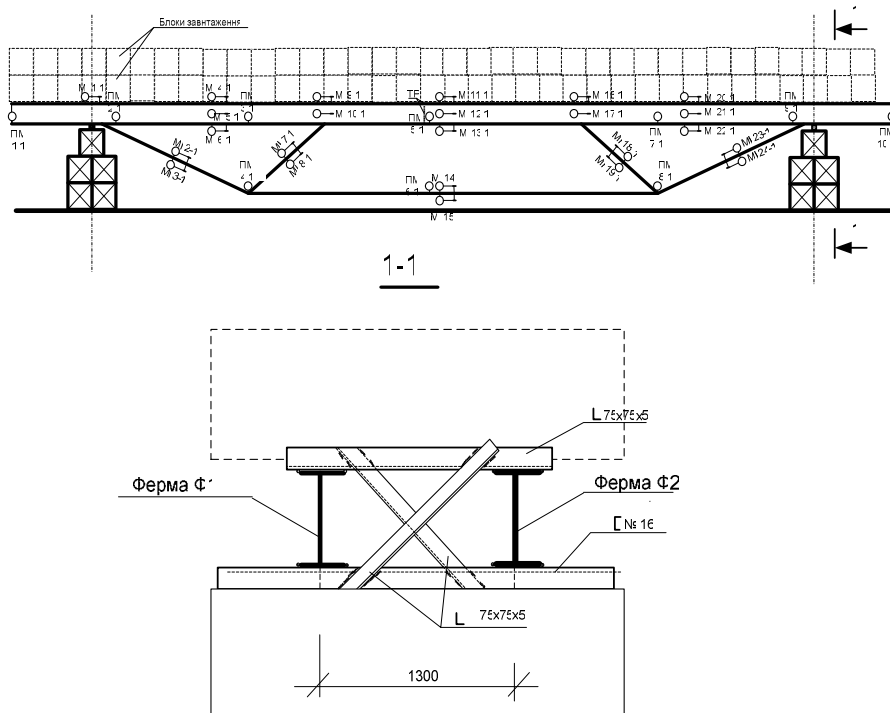


Рис. 5. Схема дослідної установки. Розташування приладів

Для визначення поздовжніх деформацій в затяжках і розкосах решітки СНКК і усунення впливу деформації осі елементів, тензодатчики і опори мікроіндикаторів встановлювалися у верхній і нижній частині елемента в одному перетині на початку, по середині і в кінці стрижня. На верхній прокатній балці для уточнення напружено – деформованого стану елемента тензодатчики встановлювали по всій висоті стінки балки у перетині, на нижній і верхній її полицці. Механічні індикатори розташовувалися на нижній, верхній полицках і посередині стінки балки (рис. 5).

Прогини конструкції контролювалися по середині прольоту і у вузлах СНКК. Також відслідковувалися просадки опор. Для контролю сумісності роботи конструкції прогини визначалися у вузлах решітки СНКК і у відповідних точках жорсткої балки над ними.

Порівняння теоретичних значень вертикальних переміщень вузлів балки жорсткості, розрахованих за методикою [2], з експериментальними по довжині прольоту балки жорсткості (відповідно криві 1, 2, 3 і 1', 2', 3' на рис. 8) показали достатньо близьку їхню сходимість. Різниця теоретичних і експериментальних результатів залежно від величини зовнішнього навантаження становила 0–8 %.



*Рис. 6. Монтаж дослідного обладнання на СНКК спеціалістами НДЛ-19*

Використані результати експериментальних і теоретичних досліджень металевої комбінованої статично невизначеної конструкції дали можливість надалі використати конструкції такого типу як несучі елементи сталезалізобетонних перекриттів будівлі басейну (рис. 7).



*Рис. 7. Використання комбінованих металевих статично невизначених конструкцій як несучих елементів сталезалізобетонного перекриття будівлі басейну*

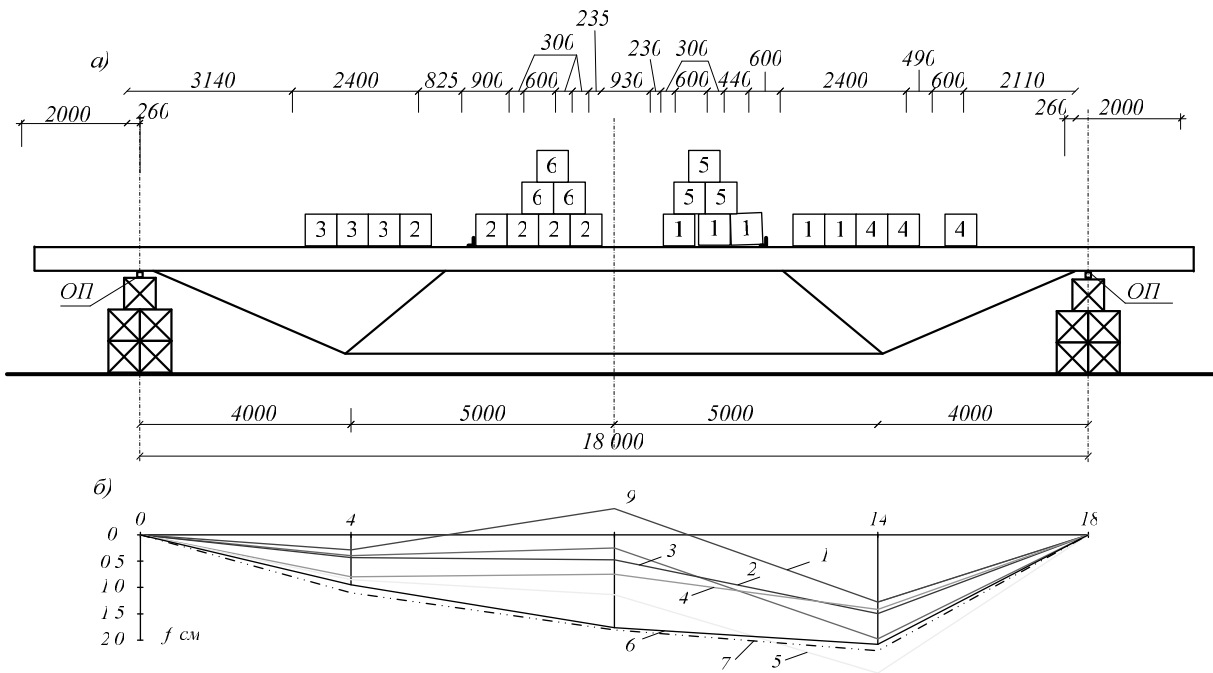


Рис. 8. Випробування комбінованої статично невизначеної конструкції:

а – схема навантаження конструкції;

1–6 – прогини балки жорсткості експериментальні при стадіях навантаження

б – епюри прогинів балки жорсткості:

1–6, 7 – прогини балки жорсткості теоретичні з розрахунку навантаження при стадії б

**Висновки.** За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що теоретичні значення вертикальних переміщень вузлів балки жорсткості з експериментальними по довжині прольоту балки жорсткості показали достатньо близьку їхню збіжність. Різниця теоретичних і експериментальних результатів залежно від величини зовнішнього навантаження становила 0–8 %.

УДК 624.666.7:691.55

В.О. Каганов, Б.Л. Назаревич, І.Б. Горніковська  
 Національний університет “Львівська політехніка”,  
 кафедра будівельного виробництва  
 79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12

## ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ДОБАВОК НА МІЦНІСТЬ ВІБРОПРЕСОВАНИХ БЕТОНІВ НА ОСНОВІ НАДЖОРСТКИХ СУМІШЕЙ

© Каганов В.О., Назаревич Б.Л., Горніковська І.Б., 2007

Розглянуто вплив хімічних добавок нового покоління на експлуатаційні характеристики вібропресованих бетонів на основі наджорстких сумішей.

It was reviewed the influence of chemical additives on operational characteristics of vibrocompressed concrete on base of the most hard mixes.