

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕЛЕМЕНТІВ ЗБІРНИХ БЕЗБАЛКОВИХ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЕРЕКРИТТІВ

У статті розглянуто сталезалізобетонні плити зі сталевим обрамленням та проведено аналіз результатів їх експериментальних досліджень. Особливістю запропонованих конструкцій є те, що сталеві кутики обрамлення працюють сумісно із залізобетонною складовою, при цьому вони застосовуються в якості незнімної опалубки. Плити можуть бути використані при спорудженні промислових і цивільних будівель.

**Ключові слова:** деформації, несуча здатність, сталезалізобетонні плити, сталеві кутики.

В статье рассмотрены сталежелезобетонные плиты со стальным обрамлением и проведен анализ результатов их экспериментальных исследований. Особенностью предлагаемых конструкций является то, что стальные уголки обрамления работают совместно с железобетонной составляющей, при этом они применяются в качестве несъемной опалубки. Плиты могут быть использованы при сооружении промышленных и гражданских зданий.

**Ключевые слова:** деформации, несущая способность, сталежелезобетонные плиты, стальные уголки.

*There are considered composite slabs of steel and concrete with steel frame and conducted the analysis of their experimental researches in the article. The feature of the offered constructions is that steel angle of frame works jointly with reinforced concrete constituent. Thus steel angles are used as permanent formwork. Slabs can be used for building of industrial and civil buildings.*

**Key words:** strain, carrying capacity, composite slabs of steel and concrete, steel angles.

**Постановка проблеми.** У багатьох країнах світу за архітектурними та конструктивними міркуваннями часто знаходять своє застосування безбалкові перекриття. Такі перекриття мають низку переваг, зокрема з'являється можливість спорудження будівель будь-якої конфігурації в плані з різними об'ємно-планувальними рішеннями. При застосуванні безбалкових перекриттів зменшується конструктивна висота перекриття, що веде до зменшення загальної висоти будівель, скорочуються витрати стінових матеріалів, а при експлуатації будівель – скорочуються витрати на енергоносії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** 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. Дослідження та використання сталезалізобетону набуло надзвичайно широкого розповсюдження в багатьох країнах і, зокрема, в Україні [2, 3].

**Формулювання цілей статті.** Метою даної статті є аналіз експериментальних даних щодо несучої здатності, деформацій та характеру руйнування нових типів сталезалізобетонних плит зі сталевим обрамленням.

**Виклад основного матеріалу.** Одним із типів безбалкового перекриття є збірне сталезалізобетонне перекриття, у якому плити поєднані між собою за допомогою зварювання [2, 5]. Таке перекриття (рис. 1) складається із сталезалізобетонних плоских плит зі сталевим обрамленням.

Надколонна плита безбалкового збірного сталезалізобетонного перекриття кріпиться безпосередньо до труобетонної колони за допомогою зварювання. Для передачі навантаження з перекриття на колону по її контуру влаштована консоль, до якої приварена плита. Консоль являє собою сталеве обрамлення з кутиків. Міжколонна плита встановлюється між двома надколонними плитами та фіксується в проектному положенні за допомогою зварювання. Плита-вставка вкладається на винесені грані сталевих обрамлень міжколонних плит. При такій схемі безбалкового збірного сталезалізобетонного перекриття значно спрощується конструкція стику колони з плитою, стиків плит між собою, а також процес монтажу будівлі, при якому не потрібні додаткові дорогі пристрої, що приводить до економії трудо- та енерговитрат і скорочення термінів будівництва.

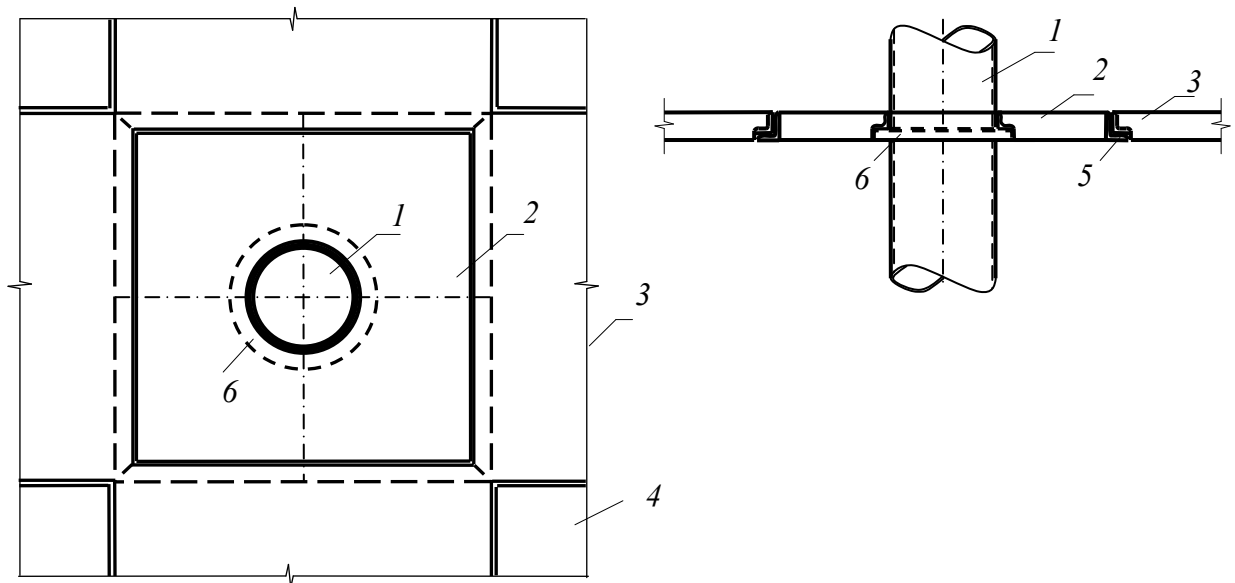


Рисунок 1 – Фрагмент збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття:  
1 – труобетонна колона; 2 – надколонна плита; 3 – міжколонна плита;  
4 – плита-вставка; 5 – сталеве обрамлення; 6 – консоль

Основними перевагами запропонованого безбалкового збірного сталезалізобетонного перекриття є надійність, зручність монтажу та можливість використання великих прогонів, що дозволяє варіювати архітектурно-планувальними рішеннями з підвищенням функціональності, комфортності й зручності експлуатації будівель. У свою чергу спрощується монтаж перекриття, що не потребує застосування додаткових засобів, підтримувальних пристроїв та риштувань для встановлення плит. 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.

Виготовлення збірних плит зі сталевим обрамленням, які входять до складу конструкції перекриття, може відбуватись безпосередньо на будівельному майданчику [5]. Опалубкою такої плити є сталеве обрамлення. Його зручно виготовляти з кутиків. Залежно від призначення плит, полиць кутиків можна виносити назовні або усередину конструкції. При виготовленні таких плит спрощуються арматурні роботи: не застосовується попереднє напруження, крім того, відкриті частини сталеві рами зручно використовувати в якості закладних деталей. Саме такі плити зі сталевим обрамленням було вибрано для їх експериментального випробування. У зв'язку з цим була складена програма експериментальних досліджень, що передбачає випробування прогінних плит. У результаті цього було виготовлено та випробувано суцільні плити зі сталевим обрамленням.

Згідно з прийнятою методикою проведення експериментальних досліджень несучої здатності й деформативності сталезалізобетонних плит, вимірювання деформацій виконувалися при обпиранні зразків на чотири опори при завантаженні конструкції у чотирьох точках на відстані 367 мм від країв плити (рис. 2). Для заміру поздовжніх і поперечних деформацій були використані дротяні електротензорезистори з опором 200 Ом, які наклеювались як на бетонну, так і металеву поверхню конструктивного елемента (рис. 3).



Рисунок 2 – Установка для випробування плити

Під час проведення досліджень експериментальних зразків під дією навантаження відмічався розвиток нормальних тріщин у бетоні. При збільшенні навантаження до критичного відбувалося руйнування бетонної плити та спостерігалась текучість металевих кутиків. Відмічалась також інтенсивність зростання прогину при початку роботи плити в пластичній стадії. У результаті вимірювання переміщень по довжині прогону, виконаних за допомогою індикаторів годинникового типу, прогиноміра й електротензорезисторів, наклеєних на металевих кутиках і бетонній поверхні плити, отримані графіки залежності деформацій від навантаження (рис. 4). Виявлено характер руйнування цих плит та наведено результати експериментальних досліджень.

а)

б)

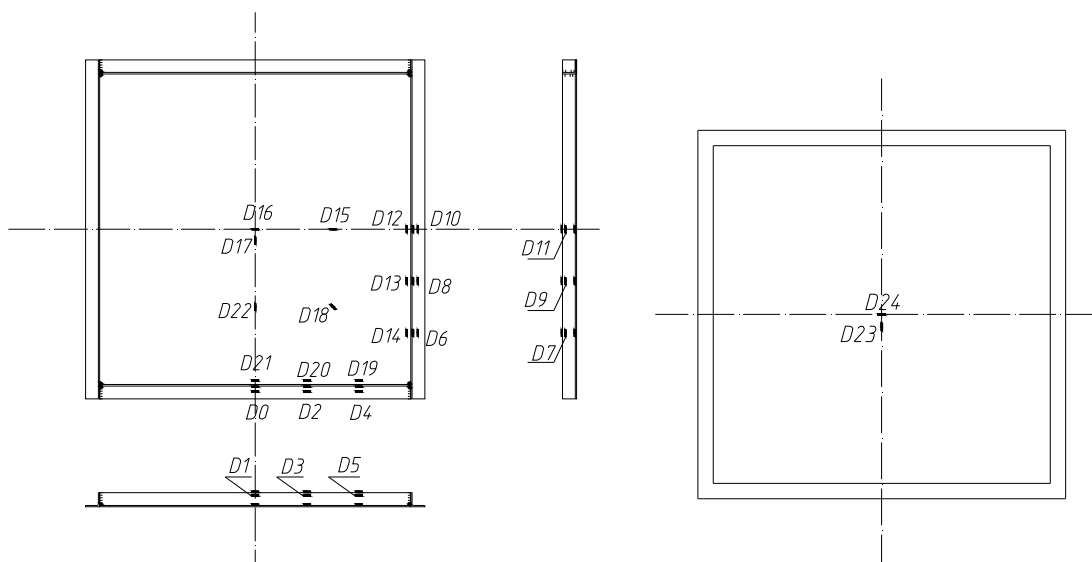


Рисунок 3 – Схема розміщення електротензорезисторів при випробуванні плити:  
а) вигляд зверху; б) вигляд знизу

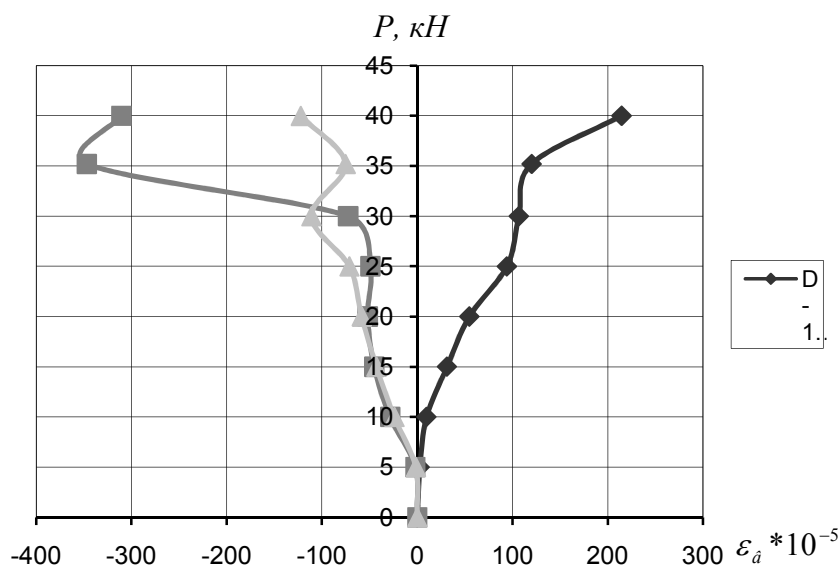


Рисунок 4 – Деформації плити  
(10, 11, 12 – номери тензорезисторів, розміщення яких показано на рис. 3)

Із поданих графіків видно, що на початковій стадії навантаження виникають переважно пружні деформації. На подальших рівнях завантаження, що відповідають деформаціям, при яких спостерігається текучість та відбувається утворення тріщин на бетонній плиті, – різко проявляються пластичні деформації.

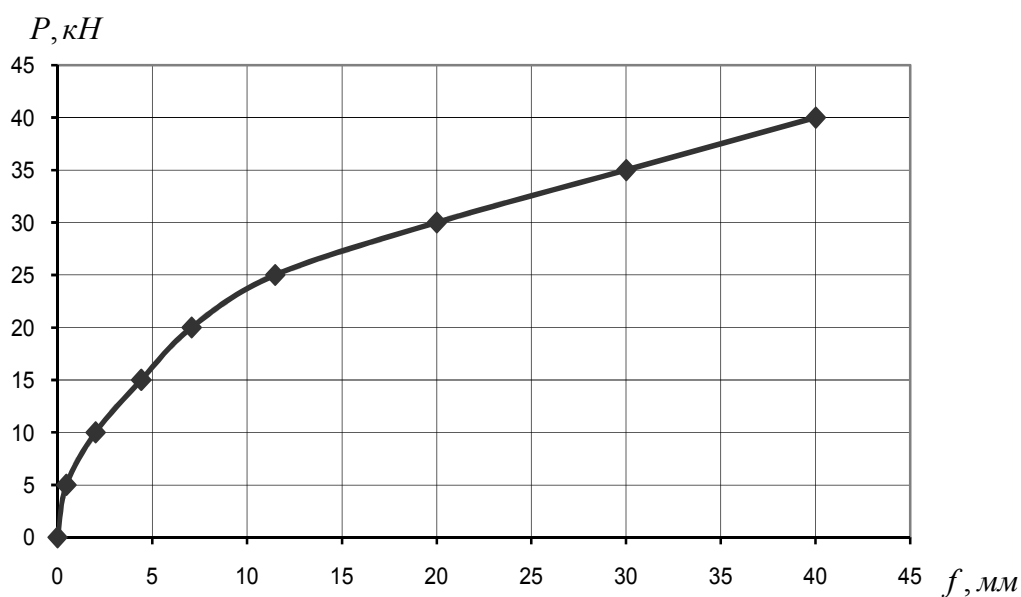


Рисунок 5 – Залежність прогину від навантаження за прогиноміром

При деформації плити (рис. 4) спостерігалася пружна робота арматури і бетону до досягнення 85% навантажень від руйнівного. При досягненні навантажень, більших ніж 85% від руйнівного, виникали значні тріщини в бетоні та спостерігалось відшарування залізобетонної плити від сталевго обрамлення, в результаті чого відбувалось руйнування плити. При навантаженнях, що відповідали руйнівним, спостерігались значні деформації плити, прогин досягнув 4 см (рис. 5). Крихкого руйнування зразка не відмічалось, втрата несучої здатності проходила пластично, що характерно для сталевих конструкцій. У цілому плита на всіх ступенях завантаження працювала як єдина монолітна конструкція.

**Висновок.** Використані методика і вимірювальні прилади (електротензорезистори, прогиноміри) дозволили отримати необхідні експериментальні дані про несучу здатність, деформації та характер руйнування досліджуваних зразків. Прийняті для виготовлення досліджуваних зразків матеріали (сталь і бетон) мали фізико-механічні властивості, характерні для матеріалів, які широко використовуються в практиці будівництва. Залізобетонні плити зі сталевим обрамленням на всіх ступенях завантаження працювали як єдина монолітна конструкція. Результати експерименту свідчать про те, що дана конструкція надійна в роботі та експлуатації й може бути застосована в промисловому та цивільному будівництві.

#### Література

1. Абовская С.Н. Новые пространственные сталежелезобетонные конструкции. – Красноярск: Стройиздат, Красноярское отд., 1992. – 240 с
2. Дорфман А.Э., Левонтин Л.Н. Проектирование безбалочных бескапитальных перекрытий. М., Стройиздат, 1975. – 124 с.
3. Залізобетонні конструкції / [П.Ф. Вахненко, А.М. Павліков, О.В. Горик та ін.]. – К.: Вища шк., 1999. – 508 с.
4. Патент на кор. модель №37444 Україна, Держ. Департамент інтелектуальної власності, МПК (2006) E04B 1/02. Збірна плита перекриття / заявники Стороженко Л.І., Лапенко О.І., Нижник О.В.; власник ПолтНТУ. – 2008.
5. Патент на кор. модель №41231 Україна, Держ. Департамент інтелектуальної власності МПК (2006) E04B 1/02 Збірна плита перекриття зі сталевим обрамленням / заявники Стороженко Л.І., Нижник О.В.; власник ПолтНТУ. – 2009.

6. *Стороженко Л.І. Сталежелезобетонные конструкции / Л.И. Стороженко, А.В. Семко, В.И. Єфименко. – К.: Четверта хвиля, 1997. – 158 с.*
7. *Стороженко Л.І. Сталезалізобетон: збірник наукових праць / Л.І. Стороженко. – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – 366 с.*
8. *Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні конструкції: навч. посіб. / Л.І. Стороженко, О.В. Семко. – Полтава, 2001. – 55 с.*
9. *Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні часторебристі перекриття: монографія / О.В. Нижник, О.А. Крупченко. – Полтава: Асмі, 2008. – 164 с.*

*Надійшла до редакції 25.05. 2010*

*© Л.І. Стороженко, О.В. Нижник,  
О.В. Клестов, Д.В. Костоготов*