

УДК 624.07.012.4

**АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ,
ЩО ВХОДЯТЬ ДО СКЛАДУ БЕЗБАЛКОВОГО ПЕРЕКРИТТЯ**

*д.т.н., проф., Стороженко Л. І., к.т.н., с.н.с. Нижник О. В.,
магістр Клестов О. В., магістр Гапченко С. А.*

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
м. Полтава, Україна*

Потреби будівництва викликають необхідність не тільки в збільшенні обсягу, але й в розширенні сфери створення та використання таких індустріальних несучих конструкцій, які найбільш повною мірою відповідали б вимогам гнучкого планування в будівлях із різними функціями. Дуже важливо зробити такі конструкції легкими та простими у виготовленні та монтажу. Внаслідок цього, останнім часом в будівництві все частіше застосовують сталезалізобетонні конструкції, які являють собою сполучення металевих профілів із залізобетоном зі стрижневим армуванням [1].

Дослідження та використання сталезалізобетону набуло широкого розповсюдження в багатьох країнах і, зокрема, в Україні [2, 4].

Економічність сталезалізобетонних конструкцій із використанням сталевих профілів порівняно з традиційними залізобетонними забезпечується за рахунок більш ефективного застосування жорсткої арматури шляхом раціонального її розміщення, що дає можливість отримати приріст міцності та жорсткості. Разом з тим, нині відбувається широке впровадження безбалкових перекриттів, що формує курс розвитку масового будівництва як в Україні так і за її межами. Такі перекриття являються достатньо надійними та довговічними. Дослідженню безбалкових перекриттів, а також окремих їх елементів присвячені роботи багатьох вчених як в нашій країні, так і за її межами.

Разом зі значними перевагами традиційні залізобетонні безбалкові перекриття мають і ряд суттєвих недоліків. Зокрема, при спорудженні збірних залізобетонних конструкцій безбалкового перекриття відповідальним моментом, від якого залежить успіх монтажу всього перекриття, є надзвичайно точне встановлення надколонних плит, що в свою чергу потребує нестандартного підходу з точки зору технології та організації робіт. Такі перекриття влаштовані таким чином, що під час їх монтажу потрібне застосування значної кількості додаткових підтримуючих пристроїв та риштувань для встановлення плит. Роботи зі спорудження будівель з таким каркасом потребують специфічних навичок у робітників на будівельному майданчику. Це призводить до деяких технологічних труднощів та до значного збільшення трудомісткості виготовлення конструкції. Суттєвим моментом у багатьох випадках є також наявність рельєфу на поверхні стелі, що утворюється міжколонними та надколонними плитами (залежно від розрізування перекриття на збірні елементи) й основним настилом. Це зводить нанівець

основну ідею безбалкового перекриття, що полягає в утворенні абсолютно гладкої плоскої стелі.

Монолітні залізобетонні безбалкові перекриття з точки зору їх роботи виглядають досить пристойно, але при їх спорудженні потрібна велика кількість різноманітних риштувань, підтримуючих засобів та дорога за вартістю опалубка. При будівництві монолітного перекриття значно зростають терміни будівництва, за рахунок збільшення кількості технологічних перерв, необхідних для тужавіння бетону.

Метою даної статті є аналіз експериментальних даних щодо несучої здатності, деформацій та характеру руйнування залізобетонної плити зі сталевим обрамленням у порівнянні зі звичайними залізобетонними плитами, що входять до складу безбалкового перекриття.

В основу запропонованої конструкції збірної залізобетонної плити перекриття зі сталевим обрамленням [3] покладено завдання удосконалення поперечного перерізу, зміни технології виготовлення та ефективних засобів забезпечення сумісної роботи бетону зі сталевим елементом, що дає можливість уникнути опалубних робіт, економити матеріали, спростити і прискорити виготовлення та монтаж конструкцій.

Згідно з програмою експериментальних досліджень було виготовлено три серії сталезалізобетонних зразків та три залізобетонних, геометричні характеристики яких наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика дослідних зразків

№	Серія	Розміри в плані / товщина плити, мм	Несуча здатність, кН
Сталезалізобетонні зразки			
1	ПВ50-1	1250x1250/50	182
2	ПВ63-1	1276x1276/63	195
3	ПВ75-1	1300x1300/75	268
Залізобетонні зразки			
4	ПВ50-1-1	1250x1250/50	123
5	ПВ63-1-1	1276x1276/63	136
6	ПВ75-1-1	1300x1300/75	190

На рис. 1а зображено збірну залізобетонну плиту перекриття зі сталевим обрамленням та її поперечний переріз, на рис. 1б зображено звичайну залізобетонну плиту перекриття. Конструкція сталезалізобетонного елемента складається зі сталеві рами 1, яка може бути виготовлена з кутиків за допомогою електрозварювання, арматурної сітки 2 та анкерних засобів 3, що забезпечують сумісну роботу сталеві рами та залізобетонної складові плити.

Для отримання експериментальних результатів, які дадуть можливість в достатній мірі судити про особливості роботи плит перекриття зі сталевим обрамленням, запроєктовані і виготовлені зразки різних геометричних розмірів, з бетону одного замісу із запроєктованою міцністю бетону В30. У якості в'язучого використовувався цемент активністю М 400 Балаклівського

цементно-шиферного комбінату. У якості заповнювача для бетону використовувався гранітний щебінь Кременчуцького кар'єра фракції 5–20 мм і кварцовий пісок із модулем крупності 1,4. Бетонування плит виконувалось без перерв в один шар з послідовним ущільненням бетонної суміші за допомогою віброплощадок.

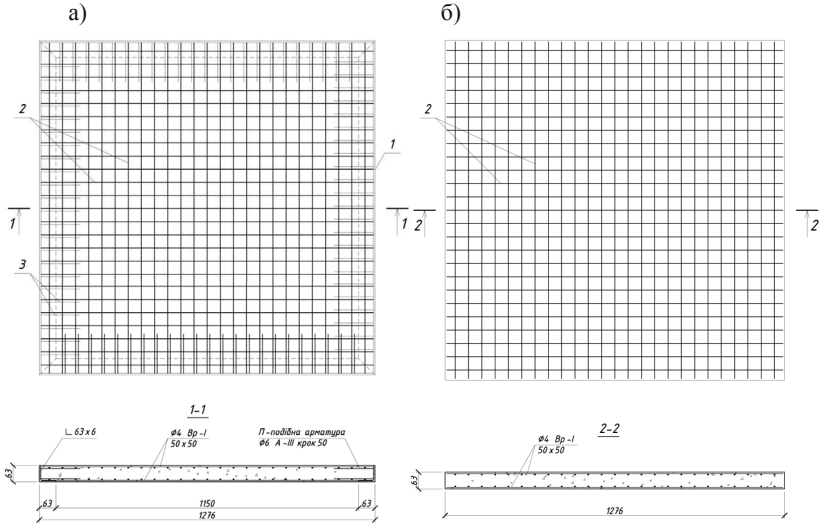


Рис. 1. Конструкція дослідних зразків: а) сталезалізобетонна плита ПВ 63-1; б) залізобетонна плита ПВ 63-1-1 – кутик рівнополічний 63×5; 2 – сітка арматурна (Вр-1 Φ 4мм, крок 50×50 мЗ – анкери у вигляді П-подібної арматури Φ 6мм, крок 50мм

Сталезалізобетонні зразки виготовлялись на горизонтальній поверхні без застосування опалубки. Розміщення на готових плитах монтажних або інших навантажень до експериментальних випробувань не допускалось.

Під час досліджень зразки спиралися по контуру плити на сталеву раму та завантажувалися на відстані 360 мм від країв через траверси поетапно. Завантаження на плити проводилось через прокладки поетапно ступенями, що складали 2 кН. Витримка між ступенями завантаження складала 10 хв. Під час витримування плит під навантаженням відбувалось зняття показників приладів й ретельне обстеження поверхні плити.

Для вимірювання прогинів на плити встановлювались прогиноміри по середині прольоту конструкції. Основним джерелом інформації про напружено-деформований стан плит були електротензорезистори (база 50 мм, рис. 2). Відліки по тензорезисторам знімалися за допомогою електронно-обчислювального приладу ВВП-8

У результаті вимірювання переміщень посередині прольоту та виникнення мікротріщин у крайніх волокнах досліджуваних зразків, що

заміряні за допомогою прогиноміра та електротензорезисторів, отримані графіки залежності деформацій від навантаження, які свідчать про те, що на всіх етапах завантаження бетон та сталь працювали сумісно

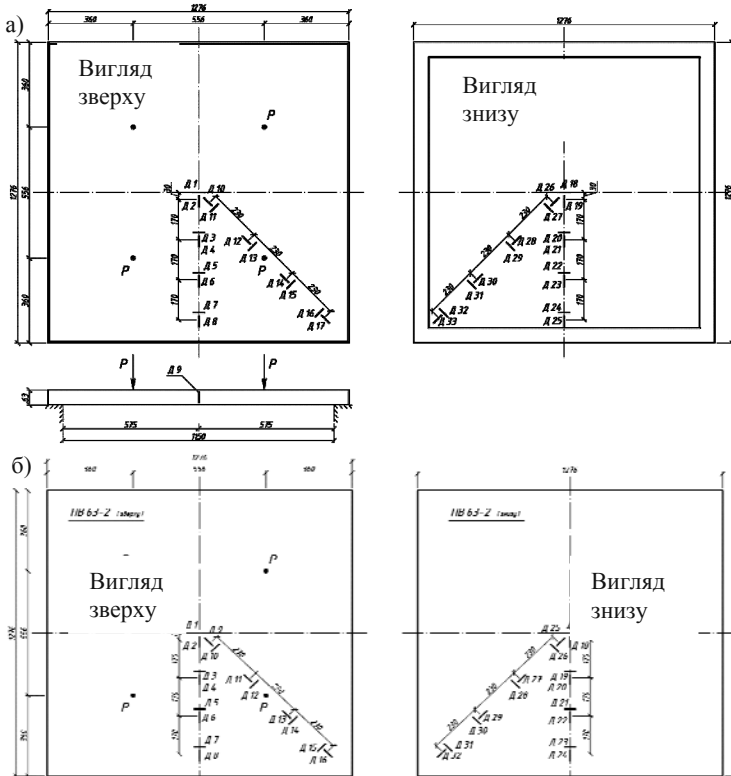


Рис. 2. Схеми розміщення електротензорезисторів та прикладення зовнішніх сил;

а) ПВ 63-1, б) ПВ 63-1-1

На основі отриманих даних поздовжніх та поперечних електротензорезисторів побудовані графіки розподілення деформацій по поверхні та по висоті зразків, з яких яскраво видно характер їх деформування (рис. 3, 4).

Аналізуючи результати дослідження можна відзначити, що відносні деформації в плитах розвиваються у поперечному напрямку більше ніж у діагональному, що підтверджується характером руйнування зразків. Також слід відзначити що відносні деформації сталезалізобетонних зразків набагато менші ніж у залізобетонного, що свідчить про більшу жорсткість сталезалізобетонної конструкції. У зразка серії ПВ 63-1 відносні деформації

біля опори змінюють знак на протилежний, що свідчить про наявність моменту на опорі, який створюється сталевим обрамленням з прокатного кутка (рис.5 в).

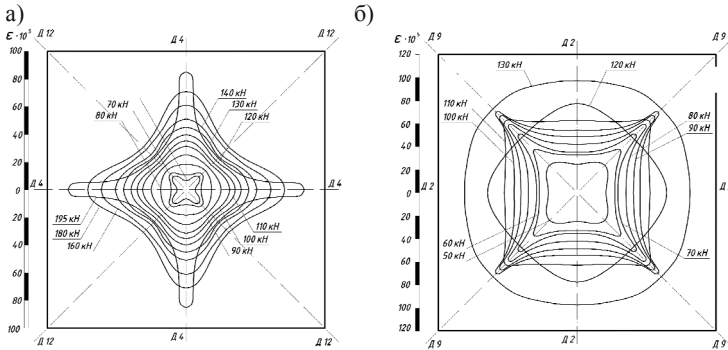


Рис. 3. Графіки розподілення деформацій в залежності від навантаження посередині плити заміряні поздовжніми тензорезисторами: а) ПВ 63-1; б) ПВ 63-1-1

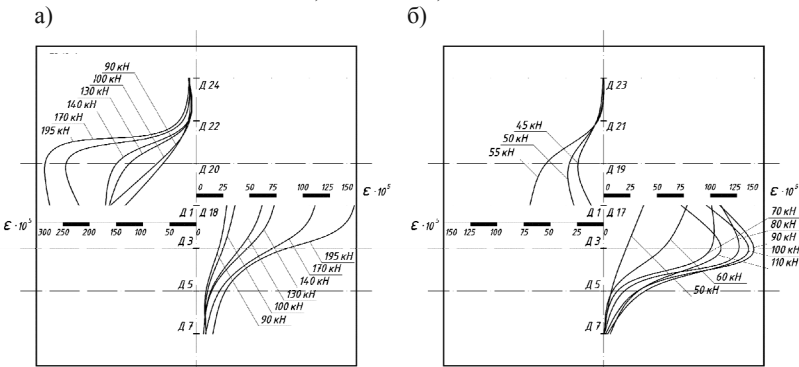


Рис. 4. Графіки розподілення деформацій в залежності від навантаження зразків заміряних поперечними тензорезисторами: а) ПВ 63-1; б) ПВ 63-1-1

Із наведених графіків видно, що на початковій стадії навантаження виникають переважно пружні деформації. На подальших рівнях завантаження, що відповідають деформаціям, при яких спостерігається текучість і відбувається утворення тріщин на бетонній плиті (рис. 7) – різко проявляються пластичні деформації.

Результатом досліджень є установлені фактичні значення навантажень при утворенні перших тріщин, залежності прогинів від навантаження,

значення згинальних моментів, при яких відбулося повне руйнування конструкцій.

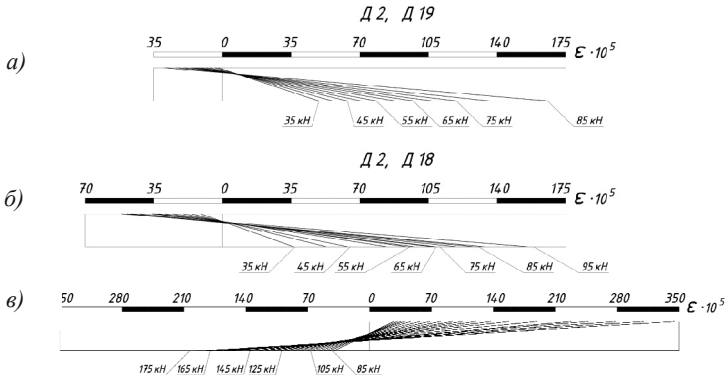


Рис. 5. Графіки розподілення деформацій в залежності від навантаження по висоті зразка по електротензорезисторам:

а) D2, D19 зразка ПВ 63-1; б) D2, D18 зразка ПВ 63-1-1;
в) D17, D33 зразка ПВ 63-1

При навантаженнях, що складали більше 70–80% від руйнуючого, починали утворюватись незначні тріщини в тілі плити. При навантаженнях, що відповідали руйнуючим, можна було відзначити значні деформації плит, прогини досягнули більш ніж 2 см (рис. 6), після чого конструкції втрачали свою несучу здатність. При проведенні експериментальних досліджень встановлено, що несуча здатність залізобетонних плит перекриття становила 120–190 кН, а плит зі сталевим обрамленням становила 180–270 кН в залежності від товщини плит.

В цілому досліджувані плити з обрамленням на всіх ступенях завантаження працювали як єдина монолітна конструкція, при цьому можна чітко відзначити сумісність роботи сталевих обрамлення із залізобетонною плитою, оскільки відшарування залізобетонної складової від сталевих обрамлення не спостерігалось – все це свідчить про надійність роботи конструкції в цілому. У всіх зразках руйнування проходило майже однаково, характеризуючись різким збільшенням прогинів та руйнуванням бетону стиснутої зони на середній ділянці між точками прикладання навантаження.

Після завершення випробувань кожен зразок ретельно оглядався, особлива увага приділялась місцю примикання бетону та сталевих обрамлення – на їх межі ніяких суттєвих порушень зв'язку не відмічено, що свідчить про сумісну роботу двох складових комплексної плити.

Всі ці обставини дозволяють вважати, що запропоновані збірні плити перекриття зі сталевим обрамленням можуть широко застосовуватись при зведенні цивільних будівель різного призначення, зокрема при спорудженні

безбалкових та часторебристих перекриттів, оскільки вони забезпечують гнучкість і трансформативність планувальних рішень, а також у тих випадках, коли перекриття є основним елементом, що забезпечує загальну просторову стійкість будинку, і тоді, коли воно має складну в плані форму, внаслідок чого типові конструкції збірних перекриттів не можуть бути застосовані.

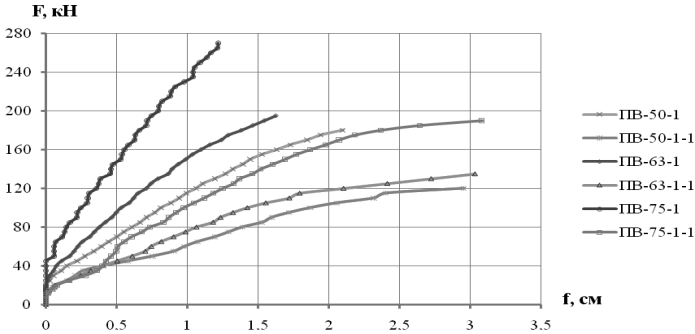


Рис. 6. Графіки залежностей прогинів від навантажень

З аналізу проведених експериментальних досліджень можна зробити висновок, що сталезалізобетонні плити зі сталевим обрамленням ефективно працюють під навантаженням. При їх виготовленні в збірному варіанті не потрібна опалубка, вони можуть виготовлятися на рівній поверхні – бойку. На всіх етапах завантаження в плитах зі сталевим обрамленням бетон та прокатні профілі-кутики працювали сумісно. Несуча здатність плит зі сталевим обрамленням на 45–50% більша ніж у звичайних залізобетонних плитах. Сталеve обрамлення суттєво підвищує жорсткість конструкцій. Збірні плити перекриття зі сталевим обрамленням можуть широко застосовуватись при зведенні цивільних будівель різного призначення.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні конструкції: навч. посібн. / Л.І. Стороженко, О.В. Семко, В.Ф. Пенц. – Полтава: ПНТУ, 2005. – 181 с.
2. Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні часторебристі перекриття: монографія / Л.І. Стороженко, О.В. Нижник, О.А. Крупченко. – Полтава: АСМІ, 2008. – 164 с.
3. 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.
4. Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація: монографія / Л.І. Стороженко, В.М. Сурдін, В.І. Єфіменко, В.І. Вербицький – Кривий Ріг: 2007. – 448 с.