

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Золотов М.С. Анкерні болти: конструкція, розрахунок, проектування. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 121 с.
2. Стороженко Л.І. та ін. Сталезалізобетонні конструкції./ Л.І.Стороженко, О.В.Семко, В.Ф.Пенц – Полтава: 2005. – 181 с.
3. Стороженко Л.І., Лапенко О.І. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці. – Полтава: АСМІ, 2008. – 312 с.

УДК 624.074.012.4

**ЗБІРНА ЗАЛІЗОБЕТОННА ПЛИТА ПЕРЕКРИТТЯ
ЗІ СТАЛЕВИМ ОБРАМЛЕННЯМ**

**д.т.н., проф. Стороженко Л.І., к.т.н., доц. Лапенко О.І.,
к.т.н., доц. Нижник О.В.**

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Потреби будівництва викликали необхідність не тільки в збільшенні обсягу, але і в розширенні сфери створення та використання таких індустріальних несучих конструкцій, які б найбільш повною мірою відповідали архітектурно-будівельним вимогам: можливості гнучкого планування в будівлях із різними функціями та утворення різновиду фасадів. Дуже важливо зробити такі конструкції легкими та простими у виготовленні й монтажу.

Розвиток і вдосконалення збірних залізобетонних конструкцій – одна з вирішальних умов розширення обсягів та підвищення ефективності капітального будівництва. До переваг збірних залізобетонних конструкцій можна віднести можливість в умовах стаціонарного виробництва отримати необхідну якість виробів. Виробництво збірних конструктивних елементів значно легше піддається автоматизації, також з'являється можливість широко варіювати властивості бетонних сумішей за рахунок використання різноманітних домішок, тонкодисперсних наповнювачів тощо [1,2].

Традиційні збірні плити перекриття є одними з основних елементів несучої конструкції будівлі. У суспільних і житлових будинках масового будівництва застосовують для несучої частини перекриттів уніфіковані збірні залізобетонні плити й панелі. За своїм призначенням вони повинні виконувати численні функції та відповідно мати необхідні характеристики. У сучасній практиці будівництва застосовується кілька типів залізобетонних плит перекриття, що розрізняються за типом поперечного перерізу: багатопустотні панельні, ребристі й суцільні, і способом армування: зі звичайною або попередньо напруженою арматурою.

Ребристі плити перекриття виготовляють із ребрами в одному або двох напрямках із суцільною плитою у верхній частині. Загальний принцип проектування ребристих плит перекриття полягає у виключенні можливо якнайбільшого об'єму бетону з розтягнутої зони конструкції зі збереженням вертикальних ребер, які повинні забезпечувати міцність елемента по нахиленому перерізу, з обов'язковим врахуванням технологічних можливостей заводу-виробника. При цьому, значно ускладнюється конструкція опалубки для виготовлення ребристих плит, що призводить до додаткових витрат. Така

плита добре працює на згинання, але через виступаючі вниз балки утворюється неплоска стеля, що обмежує її використання в житлових будинках. Головними перевагами панелей і плит перекриття є їх довговічність, міцність та порівняно висока вогнестійкість [1,2].

Відомі збірні залізобетонні плити виготовляються тільки в заводських умовах з використанням дорогої за вартістю опалубки, та призначені для застосування в перекриттях та покриттях багатоповерхових житлових, громадських та промислових будівель із несучими стінами, збірним або збірно-монолітним каркасом.

Зміни, що відбулися останнім часом у будівельній індустрії, а також застаріла матеріальна база заводів-виробників призвели до необхідності використання таких конструктивних схем будівель, в яких диски покриттів та перекриттів виготовляються та збираються безпосередньо на будівельному об'єкті з окремих або суцільних елементів. Даний факт визначає важливість вибору раціонального варіанту конструкції перекриття, що застосовуються при спорудженні будівель, з точки зору технологічності виготовлення, характеристик міцності та жорсткості, економічності того чи іншого проекту.

В основу запропонованої авторами конструкції збірної залізобетонної плити перекриття зі сталевим обрамленням [3] покладено завдання удосконалення поперечного перерізу шляхом його оптимізації, 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 конструкції [4,5]. На рисунку 1, зображено збірну залізобетонну плиту перекриття зі сталевим обрамленням та її поперечний переріз. Така конструкція складається зі сталеві рами 1, яка може бути виготовлена з кутиків за допомогою електрозварювання, залізобетонної плити 2 та арматурної сітки 3, що влаштовується до початку бетонування конструкції.

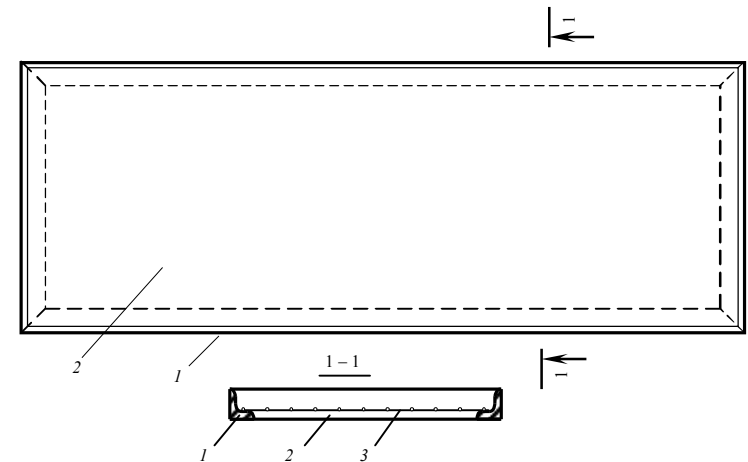


Рис. 1 Схема залізобетонної плити зі сталевим обрамленням

Виготовлення збірної залізобетонної плити перекриття зі сталевим обрамленням може виконуватися на заводі або безпосередньо на будівельному майданчику без застосування опалубки. Такі конструкції мають ряд переваг, зокрема: простота монтажу, відсутність опалубки, відносно мала трудомісткість, економія енерговитрат, спрощення арматурних робіт без застосування попереднього напруження, крім того, відкриті частини сталеві рами-обрамлення можливо використовувати в якості закладних деталей, що має в багатьох випадках вагому зручність.

Зразки - збірні плити перекриття зі сталевим обрамленням було виготовлено та досліджено в лабораторії Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (рисунок 2).

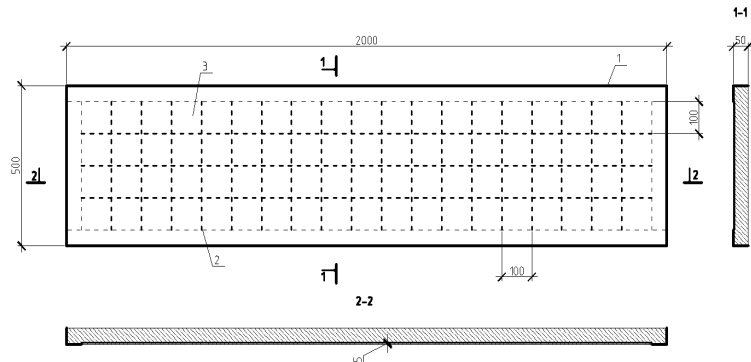


Рис. 2. Дослідний зразок панелі перекриття ПП: 1 – кутик рівнополічковий 50×5; 2 – сітка арматурна (Вр-I, крок 100×100 мм); 3 – бетонний блок

Метою проведення експериментальних випробувань було дослідження несучої здатності збірних плит перекриття зі сталевим обрамленням; сумісної роботи двох складових комплексної плити бетону та сталі; закономірностей деформування і вичерпання несучої здатності при різних схемах завантаження зразків; розвитку тріщиноутворення на бетонній поверхні та пластичних властивостей сталевого обрамлення конструкції; прогинів і деформацій на різних ступенях завантаження; характеру руйнування дослідних зразків при різних схемах завантаження.

Схеми завантаження дослідних зразків наведені на рисунку 4.

Очевидним є те, що міцнісні характеристики досліджуваних плит перекриття залежить від фізико-механічних властивостей прийнятих матеріалів (бетону й сталі), а також геометричних розмірів самої конструкції та окремих її елементів. Тому задача про міцність і деформативність таких конструктивних елементів є досить складною.

Для отримання експериментальних результатів, які дадуть можливість в достатній мірі судити про особливості роботи плит перекриття зі сталевим обрамленням, запроєктовані і виготовлені зразки однакових геометричних розмірів, з бетону одного замісу із запроєктованою міцністю бетону В20.

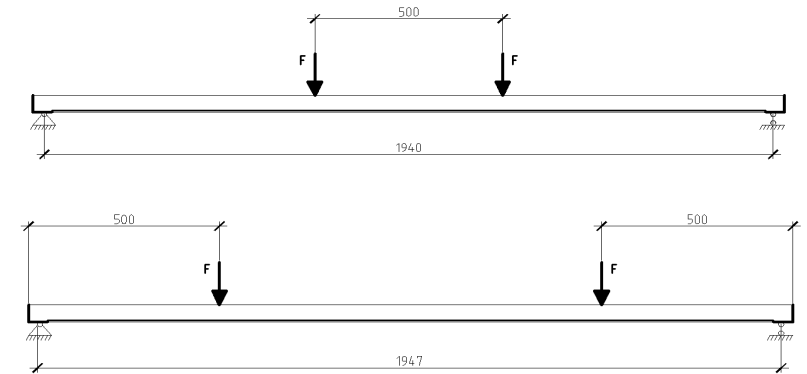


Рис. 4. Схеми завантаження зразків (панелі ПП1 і ПП-2)

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 послідуочим ущільненням бетонної суміші за допомогою вібраторів загального призначення. Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено три серії зразків плит, що складаються зі звареної рами - сталевих куликів розміром 2000×500 до яких прикріплена арматурна сітка. Плити виготовлялись на горизонтальній поверхні без застосування опалубки. Розміщення на готових плитах монтажних або інших навантажень до експериментальних випробувань не допускалось.

Визначення фізико-механічних властивостей матеріалів, з яких було виготовлено експериментальні зразки виконувались в лабораторних умовах.

При дослідженні зразки спиралися на дві менші грані плити та завантажувалися на відстані 0,5 і 0,75м від країв через траверси поетапно. Випробування проводились на пресі ПММ-500.

Завантаження на плиту проводилось через прокладки поетапно ступенями, що склали 10% розрахункового навантаження. Витримка між ступенями завантаження складала 10 хв. Під час витримання плит під навантаженням відбувалось зняття показань приладів і ретельне обстеження поверхні плити.

Для вимірювання прогинів на експериментальні плити встановлювались прогиноміри в центрі конструкції. Фактичний прогин плит при повному розрахунковому навантаженні склав в середньому 3,8 мм, що значно менший розрахункового (6,5 мм). Основним джерелом інформації про напружено-деформований стан плит були електротензорезистори (база 50 мм), що були розташовані на верхній та нижній поверхні бетону, а також на зовнішніх

гранях сталевго обрамлення конструкції. Відліки по тензорезисторам знімались за допомогою приладу ВНП-8.

Випробування бетонних призм і кубиків, арматурних стрижнів та сталевих кутиків для визначення характеристик матеріалів проводились одночасно з випробуванням основних досліджуваних конструкцій.

Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що на етапах завантаження в елементах плити відмічено перерозподіл деформацій так, що пружна форма деформування плити перейшла в форму пружно-пластичного деформування.

Під час проведення досліджень експериментальних зразків під дією короткочасного навантаження відмічався характер утворення та розвитку тріщин на бетонні поверхні, при збільшенні навантаження до критичного відбувалося руйнування бетону та спостерігалася текучість сталі обрамлення плити. Відмічалася також інтенсивність зростання прогинів на початку роботи плит у пластичній стадії.

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. Отримані графіки залежності прогинів від навантаження наведені на рисунку 5.

Результатом досліджень є установлені фактичні значення моменту утворення перших тріщин, залежності прогинів та навантаження, значення згинальних моментів, при яких відбулося повне руйнування конструкцій. При навантаженнях, що склали більше 80% від руйнуючого, починали утворюватись незначні тріщини в тілі плит всіх серій.

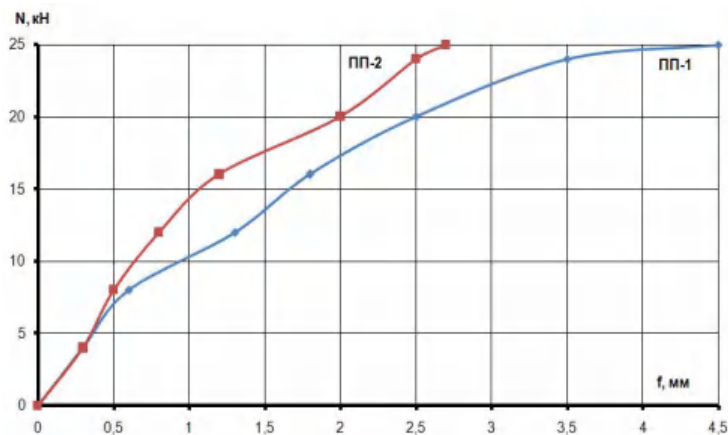


Рис. 5. Залежність прогинів від навантаження зразків серій ПП-1 та ПП-2

При навантаженнях, що відповідали руйнуючим $M \leq M_u$, можна було відзначити значні деформації плит, прогини досягнули більш ніж 3 см, після чого конструкції поступово втрачали свою несучу здатність. При проведенні експериментальних досліджень установлено, що несуча здатність збірних плит перекриття зі сталевим обрамленням близька до проектної та становила 25 – 30 кН. Руйнування досліджуваних елементів відбулося не крихко на відміну від залізобетонних елементів із традиційним армуванням, плити продемонстрували здатність витримувати зростаюче навантаження при значних деформаціях.

В цілому досліджувані плити на всіх ступенях завантаження працювали як єдина монолітна конструкція, при цьому можна чітко відзначити сумісність роботи сталевго обрамлення із залізобетонною плитою, оскільки не спостерігалися відриви залізобетонної складової від сталевго обрамлення – все це свідчить про надійність роботи конструкції в цілому.

У всіх зразках руйнування проходило майже однаково, характеризуючись різким збільшенням прогинів та руйнуванням бетону на середній ділянці між точками прикладання навантаження, на сталевих гранях обрамлення плити на лакофарбовому спостерігались лінії Люверса-Чернова. Крихкого руйнування досліджуваних плит не відмічалось, а, навпаки, проходило пластично, що характерно для сталевих конструкцій.

Після завершення випробувань кожен зразок ретельно оглядався, особлива увага приділялась місцю стикування бетону та сталевго 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 громадських 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.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Байков В.Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: Учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.
2. Вахненко П.Ф., Павліков А.М., Горик О.В., Вахненко В.П. Залізобетонні конструкції. – К.: Вища шк., 1999. – 508 с.
3. Стороженко Л.І., Нижник О.В., Крупченко О.А. Сталезалізобетонні часторебристі перекриття. Полтава: "АСМІ", 2008. – 164 с.
4. Стороженко Л.І., Лапенко О.І. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці. – Полтава: АСМІ, 2008. – 312 с.
5. Стороженко Л.І., Нижник О.В. Збірна плита перекриття зі сталевим обрамленням. - Патент на корисну модель 41231. Бюл. №9. - К., 2009.