

ЗБІРНА ЗАЛІЗОБЕТОННА ПЛИТА ПЕРЕКРИТТЯ ЗІ СТАЛЕВИМ ОБЛЯМУВАННЯМ

Стороженко Л.І.

Лапенко О.І.

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 індустриальних несних 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 несної конструкції будівлі. У суспільних і житлових будинках масового будівництва застосовують для несної 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 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 виступні 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 опалубки та призначені для застосування в перекриттях та покриттях багатоповерхових житлових, громадських та промислових будівель із несними 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 конструкцій 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 облямуванням [3] покладено завдання удосконалення поперечного перерізу шляхом його оптимізації, зміни технології виготовлення та ефективних засобів забезпечення спільної роботи бетону зі сталевим елементом, що дає можливість уникнути опалубних робіт, економити матеріали, спростити і прискорити виготовлення та монтаж конструкцій [4,5]. На рис. 1 зображено збірну залізобетонну плиту перекриття зі сталевим облямуванням та її поперечний переріз. Така конструкція складається зі сталеві рами 1, яка може бути виготовлена з кутників за допомогою електрозварювання, залізобетонної плити 2 та арматурної сітки 3, що влаштовується до початку бетонування конструкції.

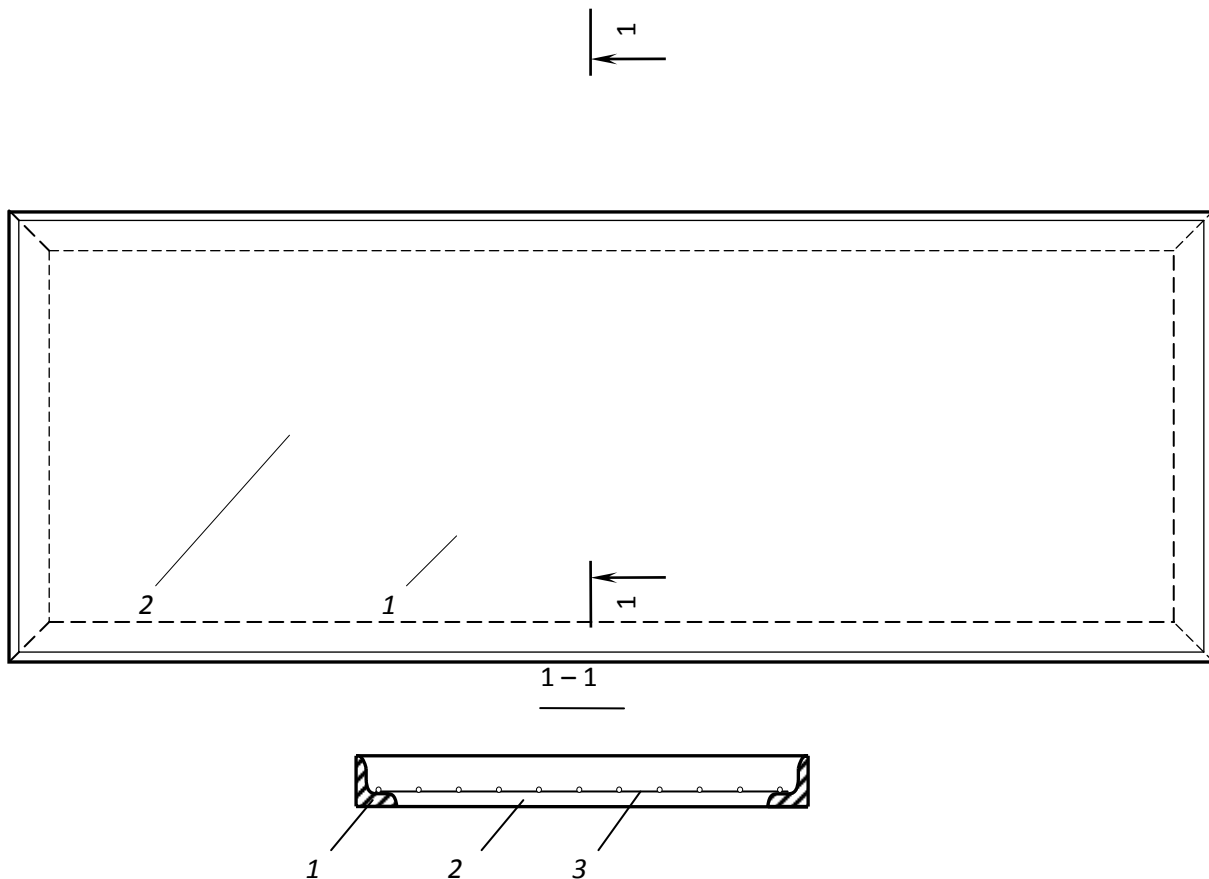
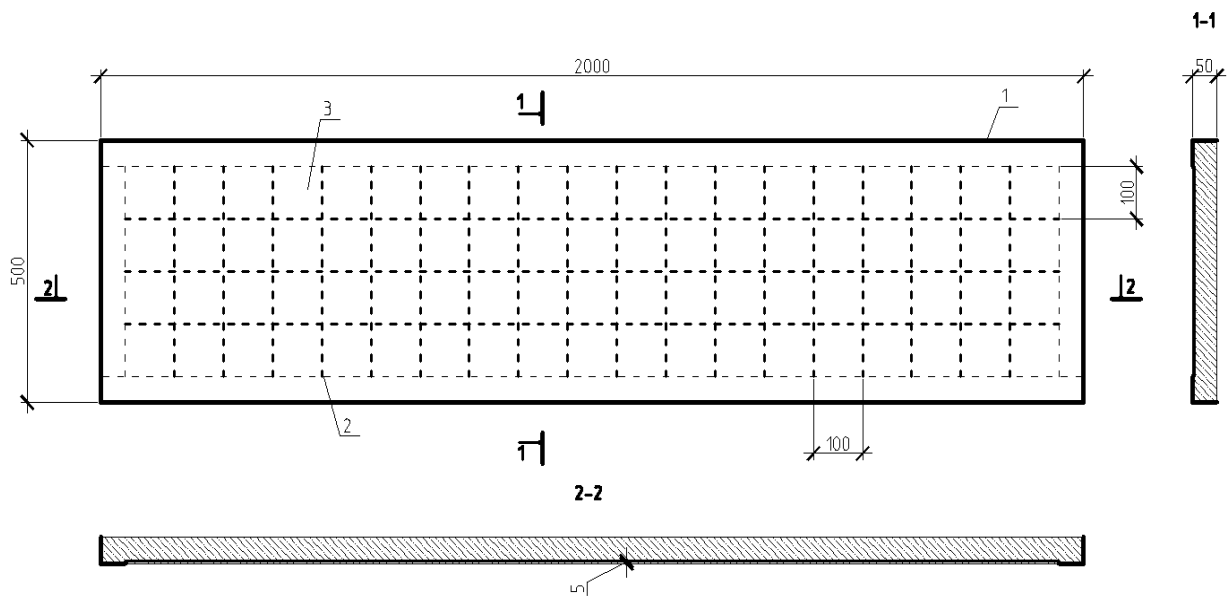


Рис. 1. Схема залізобетонної плити зі сталевим облямуванням

Виготовлення збірної залізобетонної плити перекриття зі сталевим облямуванням 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-облямування можливо використовувати в якості закладних деталей, що має в багатьох випадках вагому зручність.

Зразки – збірні плити перекриття зі сталевим облямуванням було виготовлено та досліджено в лабораторії Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (рис. 2).



1 – кутник рівнополічковий 50×5; 2 – сітка арматурна (Вр-I, крок 100×100 мм);
3 – бетонний блок

Рис. 2. Дослідний зразок панелі перекриття ПП

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

Схеми завантаження дослідних зразків наведено на рис. 3.

Очевидним є те, що міцнісні характеристики досліджуваних плит перекриття залежать 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.

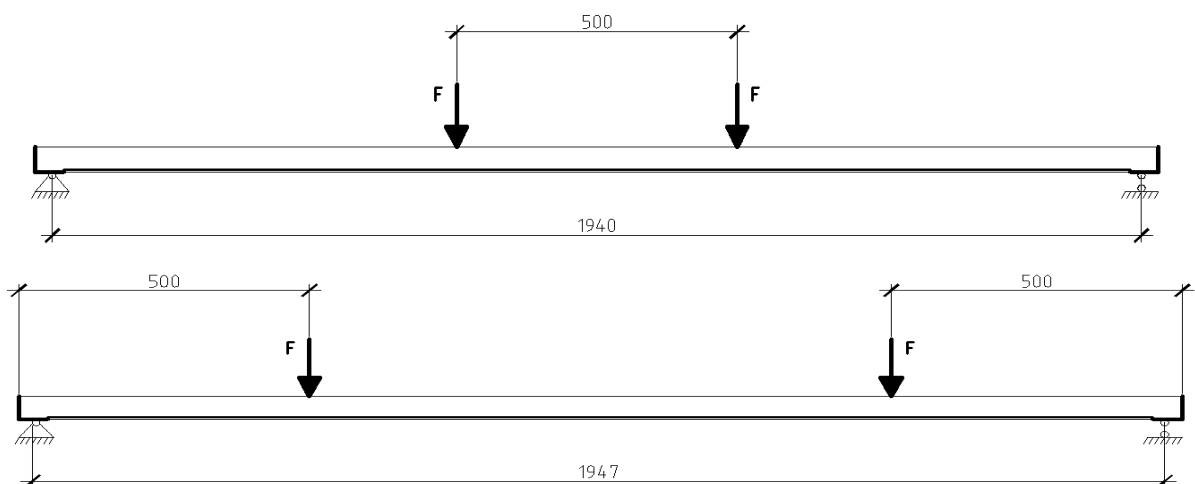


Рис. 3. Схеми завантаження зразків (панелі ПП-1 і ПП-2)

Для отримання експериментальних результатів, які дадуть можливість в достатній мірі судити про особливості роботи плит перекриття зі сталевим облямуванням, запроектовано і виготовлено зразки однакових геометричних розмірів з бетону одного замісу із запроектованою міцністю В20. У якості в'язного використовувався цемент активністю М 400 Балаклеївського 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. Склад прийнятого бетону наведено в табл. 1. Бетонування плит виконувалось без перерв в один шар з наступним ущільненням бетонної суміші за допомогою вібраторів загального призначення. Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено три серії зразків плит, що складаються зі звареної рами – сталевих кутників розміром 2000×500, до яких прикріплено арматурну сітку. Плити виготовлялись на горизонтальній поверхні без застосування опалубки. Розміщення на готових плитах монтажних або інших навантажень до експериментальних випробувань не припускалося.

Таблиця 1 – Склад бетону для виготовлення зразків

Витрати матеріалів, кг/м ³ бетону			В/Ц
цемент	пісок	щебінь	
500	500	1250	0,37

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

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

Навантаження на плиту проводилось через прокладки поетапно ступенями, що становили 10 % розрахункового навантаження. Витримка між ступенями навантаження становила 10 хв. Під час витримування плит під навантаженням відбувалось зняття показів приладів і ретельне обстеження поверхні плити.

Для вимірювання прогинів на експериментальні плити встановлювались прогиноміри в центрі конструкції. Фактичний прогин плит при повному розрахунковому навантаженні становив в середньому 3,8 мм, що значно менше від 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 сталевих облямування конструкції. Відліки по тензорезисторам знімалися за допомогою приладу ВНП-8.

Випробування бетонних призм і кубиків, арматурних стрижнів та сталевих кутників 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 короточасного навантаження відмічався характер утворення та розвиток тріщин на бетонній поверхні, при збільшенні навантаження до критичного відбувалось руйнування бетону та спостерігалася текучість сталі облямування 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, отримано графіки залежності деформацій від навантаження, які свідчать про те, що на всіх етапах навантаження бетон та сталь працювали спільно. Отримані графіки залежності прогинів від навантаження наведено в таблиці 2 та на рис. 4.

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

Таблиця 2 – Результати експериментальних досліджень панелей перекриття

Навантаження на траверсу, кН	Прогин, мм (зразки ПП-1)	Прогини, мм (зразки ПП-2)
4	0,3	0,3
8	0,6	0,5
12	1,3	0,8
16	1,8	1,2
20	2,5	2,0
24	3,5	2,5
25	4,5	2,7

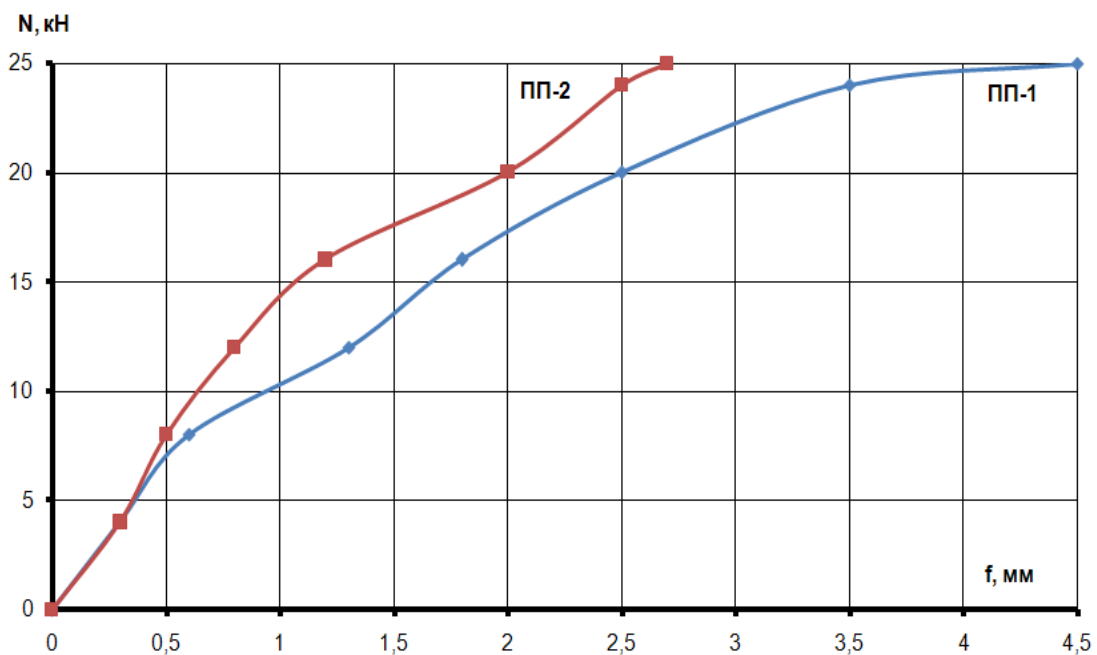


Рис. 4. Залежність прогинів від навантаження дослідних зразків серій ПП-1 та ПП-2

При навантаженнях, що відповідали руйнівним $M \leq M_u$, можна було відзначити значні деформації плит, прогини досягнули більш ніж 3 см, після чого конструкції поступово втрачали свою несну здатність. При проведенні експериментальних досліджень установлено, що несна здатність збірних плит перекриття зі сталевим облямуванням близька до проектної та становила 25 – 30 кН. Руйнування досліджуваних елементів відбулося некрихко 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 спільність роботи сталевих облямувань із залізобетонною плитою, оскільки не спостерігалися відриву залізобетонної складової від сталевих облямувань – 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 облямування плити на лакофарбовому спостерігались лінії Людерса-Чернова. Крихке руйнування досліджуваних плит не відмічалось, а, навпаки, воно проходило пластично, що характерно для сталевих конструкцій.

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

Всі ці обставини дозволяють вважати, що запропоновані збірні плити перекриття зі сталевим облямуванням можуть широко застосовуватись при спорудженні громадських будівель різного призначення, зокрема при влаштуванні 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.

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.