

І.В. Мельник, В.М. Сорохтей, Б.В. Яремко
Національний університет “Львівська політехніка”,
Інститут будівництва та інженерії довкілля
79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12

МОНОЛІТНІ ЗАЛІЗОБЕТОННІ ПЕРЕКРИТТЯ СКЛАДНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ З ЕФЕКТИВНИМИ ВСТАВКАМИ

© Мельник І.В., Сорохтей В.М., Яремко Б.В., 2007

Подано принципові конструктивні рішення монолітних плоских залізобетонних перекриттів складної конфігурації у плані з ефективними вставками та досвід використання на практиці полегшувальних вставок у перекритті круглої конфігурації.

The of principles structural decisions of the monolithic flat RC ceilings of the complicated configuration in a plan with effective insertions and experience of the use of in practice facilitating insertions are given in round ceiling.

Постановка проблеми. В останні роки стрімко зростає улаштування монолітних залізобетонних конструкцій різного призначення, особливо монолітних плоских перекриттів.

Основними конструктивно-технологічними перевагами таких перекриттів є:

- робота в обидвох напрямках (для перекриттів квадратної форми в плані і більшості перекриттів прямокутної форми в плані);
- простота виготовлення з використанням поширеної горизонтальної плоскої опалубки;
- можливість улаштовувати перекриття без вантажопідйомних механізмів, що важливо у разі виконання робіт в малогабаритних місцях і стислих умовах будівництва (зокрема в районах щільної забудови, при реконструкції будівель) чи у важкодоступних місцях (наприклад, у гірських районах);
- висока вогнестійкість, що забезпечується цільністю конструкції і сумісною роботою її елементів в обидвох напрямках;
- високі естетичні та експлуатаційні показники за рахунок гладкої рівної суцільної стелі (у таких перекриттях, на відміну від збірних, відсутні шви, у яких під час експлуатації утворюються тріщини, що потребує періодичного відновлювального ремонту);
- цільність диска перекриття, що важливо для будівель у сейсмічно активних районах України, які значно розширені у зв'язку з введенням з 01.02.2007 р. ДБН В.1.1-12:2006 “Будівництво у сейсмічних районах України”.

Порівняно із збірними залізобетонними перекриттями окремим позитивним фактором монолітних перекриттів є можливість їхнього використання у будівлях складної конфігурації в плані, зокрема під час реконструкції будівель старої забудови і зведенні сучасних будівель складних архітектурних форм.

Незалежно від обрисів монолітних залізобетонних перекриттів важливим питанням є зменшення їхньої власної ваги і, відповідно, зменшення витрати бетону. Цього можна досягти улаштуванням порожнин (замкнутих внутрішніх контурів) за допомогою вставок, що залишаються в тілі плити.

Можливість та доцільність такого конструктивно-технологічного вирішення запропоновано і обґрунтовано у попередніх публікаціях авторів [1, 2] і стосувалося переважно перекриттів квадратних або прямокутних форм в плані [3, 4]. У цій статті подано принципові конструктивні рішення полегшувальних перекриттів непрямокутної форми в плані та досвід їхнього улаштування при реконструкції будівлі.

Загальні конструктивні рішення. Можливі варіанти використання вставок в перекриттях складної конфігурації подано на рис. 1–3.

При трапецієподібному плануванні приміщень та їхній значній протяжності доцільно використати трубчасті вставки, розташовані у короткому напрямі (рис. 1, а). За приблизно однакових розмірів у плані доцільнішим у конструктивному аспекті є дискретне розташування квадратних або прямокутних у плані вставок відповідно до роботи перекриття в обидвох напрямках (рис. 1, б).

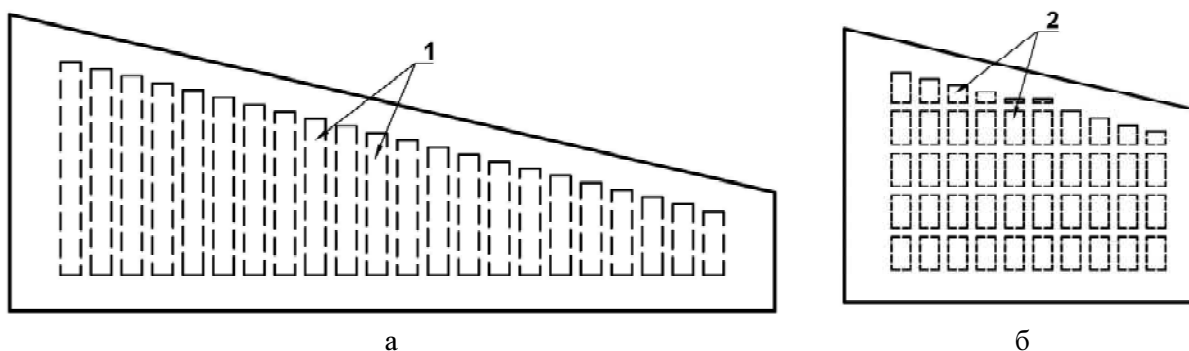


Рис. 1. Розташування вставок у трапецієподібних в плані перекриттях:
1 – трубчасті вставки; 2 – квадратні або прямокутні вставки

Розташування вставок у перекриттях з криволінійними обрисами залежатиме від загальної конфігурації приміщення і співвідношення сторін. Так, для перекриття на рис. 2 доцільно використовувати трубчасті вставки, що розташовані у короткому напрямі. За незначної різниці розмірів сторін перекриття в плані тип і розташування вставок може бути аналогічним до рішення, поданого на рис. 1, б.

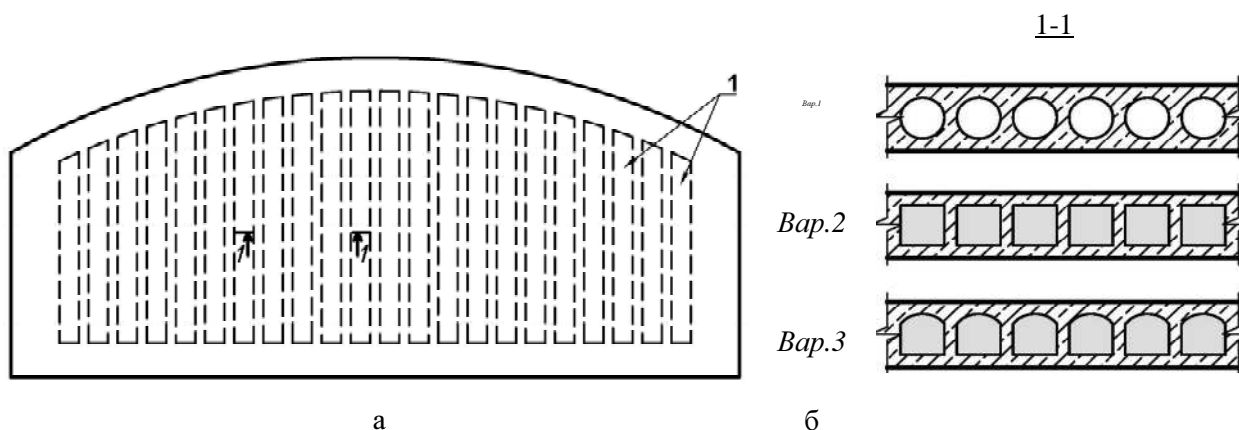


Рис. 2. Розташування вставок у перекриттях з криволінійними обрисами
у плані (а) і форми перерізів (б) вставок; 1 – трубчасті вставки

У круглих у плані перекриттях доцільніше передбачати секторні вставки, які можуть бути як безперервними лише з проміжними радіальними балками (рис. 3, а), так і дискретними з додатковими дуговими балками (рис. 3, б). Секторне розташування вставок особливо доцільне за наявності центральної опори перекриття.

Трубчасті вставки можуть бути у перерізі круглими або квадратними чи прямокутними (рис. 2, б, вар. 1, вар. 2). У конструктивному плані верхній обрис вставок доцільно улаштувати склепінчастим (рис. 2, б, вар.3). Це стосується і окремо розташованих у плані вставок, верхній обрис яких матиме двоопуклу кривину.

Подане на рис. 1–3 розташування вставок є схематичним. Точне розташування вставок залежить від загального статичного розрахунку перекриття і приймається з урахуванням розрахункових значень моментів і поперечних сил, меншої несучої спроможності похилих перерізів вздовж порожнин тощо. Приклад такого раціонального, відповідно до статичного розрахунку, розташування вставок подано в [4].

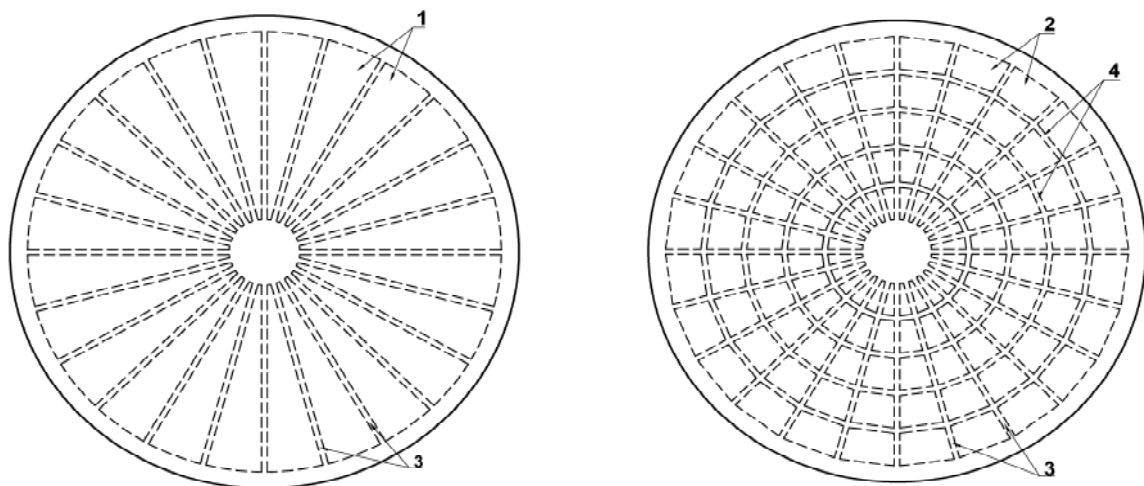


Рис. 3 Розташування вставок у круглих в плані перекриттях:
 1 – секторні безперервні вставки; 2 – секторні дискретні вставки;
 3 – радіальні балки – ребра; 4 – дугові балки – ребра

Використання на практиці. Досвід використання на практиці полегшувальних вставок в перекритті непрямокутної форми пов'язаний з реконструкцією ресторану у м. Львові. Кругла у плані будівля ресторану має несиметричну і неоднакову конструктивну схему. По більшій площі півкруга вертикальними несучими елементами конусоподібного покриття є зовнішня і проміжна, розташовані по півколу стіни, а по меншому, крім спільної центральної колони – лише окремі залізобетонні колони змінного перерізу (54,5×20 см у верхній частині і 22×20 см у нижній), розташовані по осях 1, 2, 3, 4, 5 (рис. 4, 5).

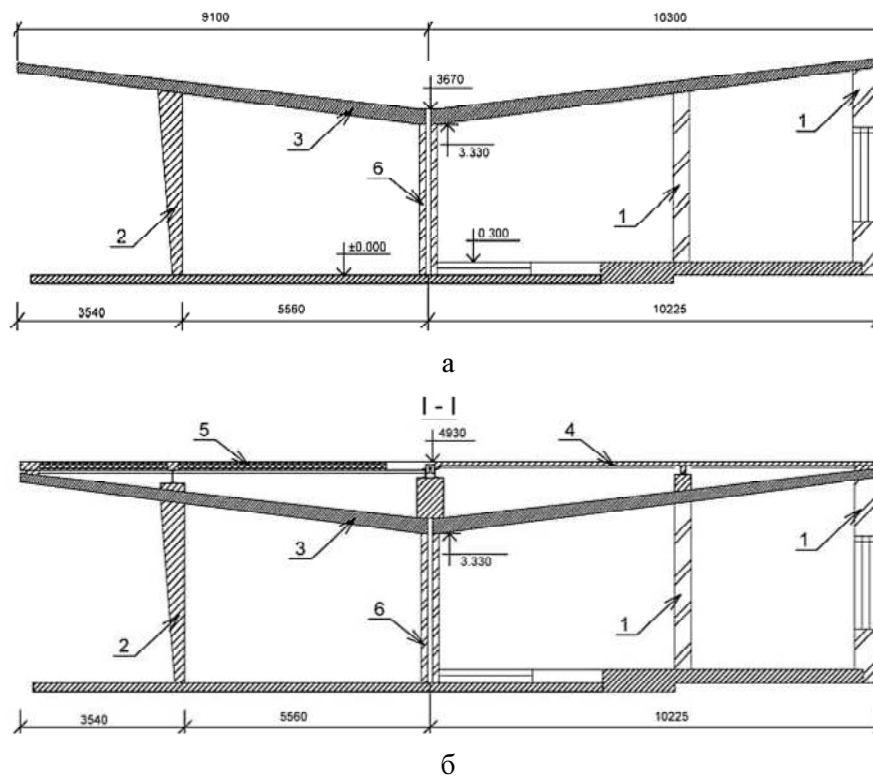


Рис. 4. Поперечний переріз будівлі до (а) і після (б) реконструкції:
 1 – стіни; 2 – залізобетонна рядова колона; 3 – існуюче покриття; 4 – суцільна залізобетонна плита;
 5 – порожниста залізобетонна плита по металевих балках; 6 – центральна колона

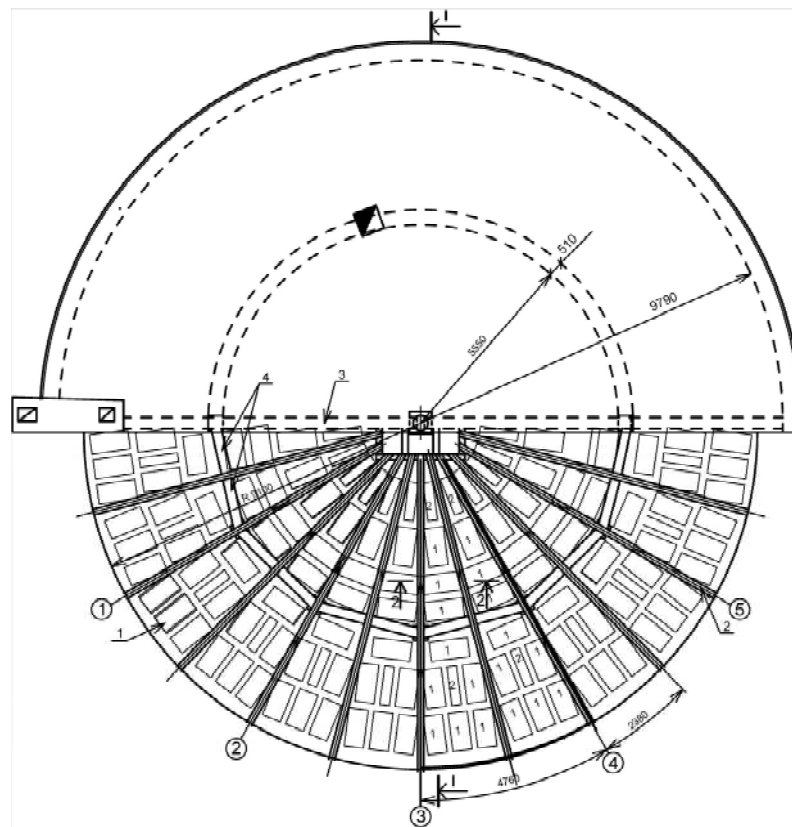


Рис. 5. Конструктивна схема перекриття у плані після реконструкції:
 1 – пінопластові вставки; 2 – металеві радіальні балки;
 3 – діаметральна залізобетонна балка; 4 – проміжні опорні балки

Оскільки реконструкцією будівлі ресторану передбачено улаштування літнього критого верхнього майданчика, поверх наявного конусоподібного покриття необхідно було сконструювати плоске залізобетонне перекриття з передаванням навантаження на наявні вертикальні несучі елементи. Це істотно збільшувало постійне і корисне навантаження на колони, оскільки на більшому півкрузі плита перекриття опирається на проміжну стіну та зовнішні стіни і, згідно з розрахунком міцності і жорсткості, її загальна товщина прийнята такою, що дорівнює 90 мм, а на меншому півкрузі – вдвічі більшою (185 мм) у зв'язку із значним (3,54 м) вильотом її консольної частини. Тому, для зменшення навантаження від нової залізобетонної плити перекриття на півкрузі з колонами, при її улаштуванні були використані пінопластові вставки, що значно зменшило власну вагу перекриття. Розташування плити в перерізі і плані подані на рис. 4 і 5, загальний вигляд при виготовленні – на рис. 6.

Під час проектування перекриття було розраховано на ЕОМ кілька варіантів конструктивних рішень, зокрема залізобетонного. Проте замовник віддав перевагу комбінованому перекриттю (залізобетонному з радіальними металевими балками), що в передзимовий період будівельних робіт дало змогу істотно скоротити термін їхнього виконання. Крім цього, використання радіальних металевих балок дає змогу у перспективі їх наростити для збільшення розмірів перекриття у плані.

Бетонування круглого перекриття з пінопластовими вставками здійснювали за два етапи (спочатку нижнього шару, а після монтажу і фіксації вставок – ребер і верхнього шару), що дало змогу використати вставки значних розмірів в плані (50×100 см) загальною товщиною 115 мм і дало порожнистість плити 47,3 %.

Армування залізобетонної плити та її конструювання прийнято згідно з результатами загального статичного розрахунку перекриття і особливостей напружено-деформованого стану верхньої його частини в перерізах з порожнинами. Розрахунок на ЕОМ, виконаний з використанням програми SCAD*, показав, що в плиті виникають значні згинальні моменти як в радіальному, так і в дуговому напрямках (рис. 7).

* Статичні розрахунки перекриття на ЕОМ виконав доц., канд. техн. наук О.Ю. Царинник.



а



б

Рис. 6. Загальний вигляд виготовлення перекриття з вставками:
а – у консольній частині; б – у прольотній частині

Принципові схеми такого напружено-деформованого стану подано на рис. 8. У консольній частині перекриття нижня частина перерізу зазнає стискання від загальної дії згинального моменту в радіальному напрямі та розтягування в дуговому напрямі (рис. 8, а). В прольотній частині перекриття (від проміжних опор до діаметральної балки) НДС плити перекриття є складнішим. Окрім загальної дії моментів в радіальному і коловому напрямі, верхня полиця плити додатково згинається від прикладеного зверху рівномірно розподіленого навантаження в напрямку між металевими радіально розташованими балками (рис. 8, б).

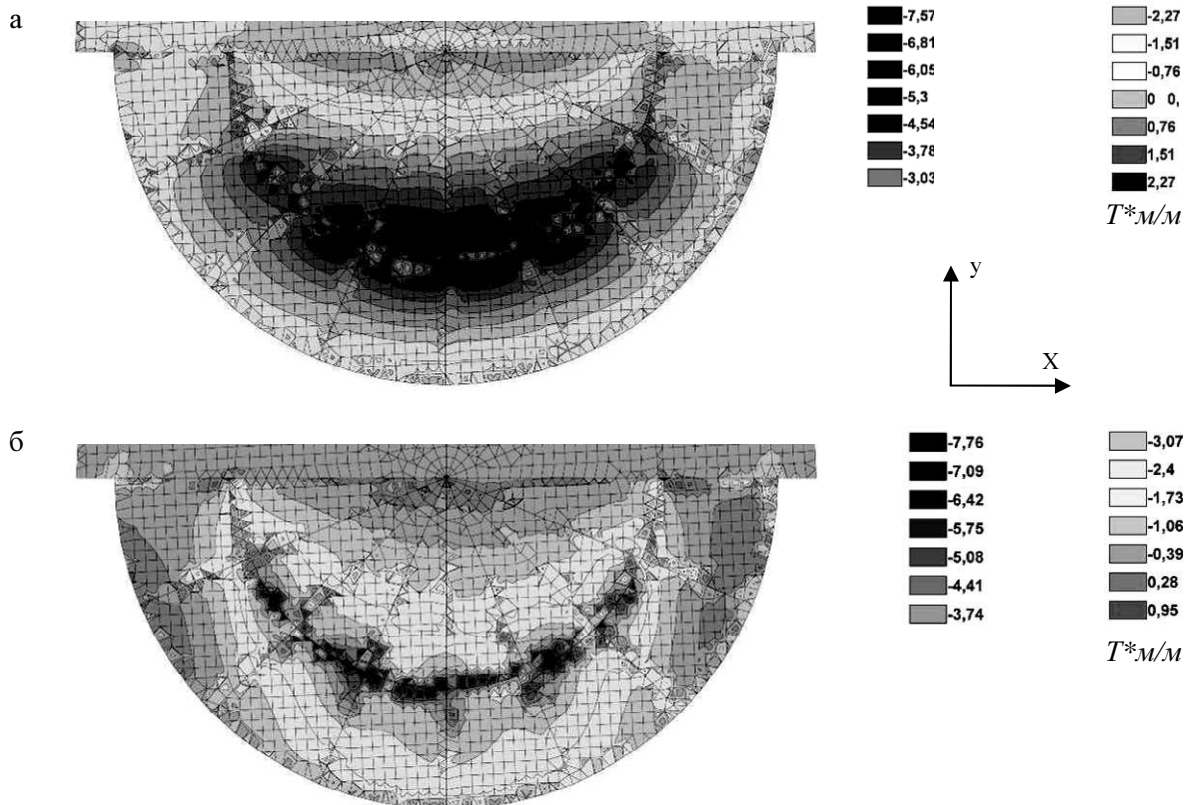


Рис. 7. Характер зміни моментів M_x (а) і M_y (б) у перекритті від загального експлуатаційного навантаження

Точне описання такого напружено-деформованого стану і відповідно конструювання цих ділянок плит є складним. Тому у розрахунку та армуванні плити в перерізах з вставками прийняті приблизні методи.

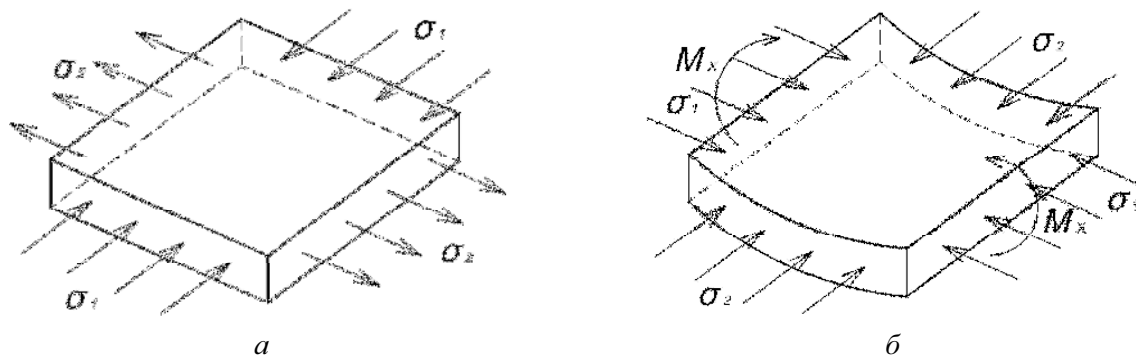


Рис. 8. Напружено-деформований стан нижньої (а) і верхньої (б) полиць плити у перерізах з порожнин відповідно у консольній низу і прольотній зверху частинах перекриття

Подальші експериментально-теоретичні дослідження напруженого стану перекриттів складної конфігурації в плані дають змогу точніше моделювати їх роботу і досягти оптимальнішого порожниноутворення з відповідною економією арматури і бетону.

Висновки. 1. Використання вставок при улаштуванні монолітних перекриттів складних форм в плані дає змогу істотно (до 50 %) зменшити їхню власну вагу. Особливо це є важливим для перекриттів значних розмірів в плані.

2. Технологія виготовлення перекриттів з вставками проста. Розташовувати вставки необхідно з урахуванням загального статичного розрахунку перекриттів і особливостей роботи порожнистих перерізів з вставками.

3. Напружено-деформований стан залізобетонного перекриття у перерізах з вставками є складним. Для його моделювання необхідні комплексні експериментально-теоретичні дослідження, що дасть змогу забезпечити достовірну оцінку міцності і деформативності таких перекриттів і ще більшу їхню оптимізацію.

1. Мельник І.В. Конструктивно-технологічні особливості бетонних і залізобетонних конструкцій з ефективними вставками // Науково-практичні проблеми сучасного залізобетон: Зб. наук. пр. – К., 1997. – С. 164–171. 2. Деклараційний патент на винахід. Мельник І.В. Спосіб виготовлення пустотілих бетонних і залізобетонних виробів / Державний департамент інтелектуальної власності. – Бюл. № 7-II від 15.12.2000 р. 3. Мельник І.В. Плоскі залізобетонні монолітні перекриття з ефективними вставками // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2000. – № 409. – С. 141–145. 4. Мельник І.В., Сорохтей В.М. Конструктивні рішення плоских монолітних залізобетонних перекриттів з ефективними вставками і експериментальні дослідження їх фрагментів // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр. – Рівне, 2006. – Вип. 14. – С. 253–260.