

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

СОРОХТЕЙ ВАСИЛЬ МИХАЙЛОВИЧ

УДК 624.012.4

**МІЦНІСТЬ І ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ПЛОСКИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ
МОНОЛІТНИХ ПЕРЕКРИТТІВ З ОДНОНАПРЯМЛЕНИМИ ВСТАВКАМИ**

05.23.01 - будівельні конструкції, будівлі та споруди

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Львів – 2020

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному університеті «Львівська політехніка»

Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Мельник Ігор Володимирович,
Національний університет «Львівська політехніка»,
доцент кафедри «Автомобільні дороги та мости».

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Лапенко Олександр Іванович,
Національний авіаційний університет, завідувач
кафедри комп'ютерних технологій будівництва


кандидат технічних наук, доцент
Фамуляк Юрій Євгенович,
Львівський національний аграрний університет,
завідувач кафедри технології та організації
будівництва

Захист відбудеться «15» грудня 2020 р. о 13⁰⁰ годині на засідання спеціалізованої вченої ради Д 35.052.17 у Національному університеті «Львівська політехніка» за адресою: 79013, м. Львів, вул. Карпінського, буд. 6 (II-й навчальний корпус), ауд. 212.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Національного університету «Львівська політехніка» за адресою: 79013, м. Львів, вул. Професорська, буд. 1.

Автореферат розісланий «14» листопада 2020р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 35.052.17
кандидат технічних наук, доцент

 П.Ф. Холод

Актуальність теми. У сучасному будівництві залізобетонні перекриття є основною міжповерховою конструкцією в будівлях різного призначення. Широке застосування визначається їх високими експлуатаційними властивостями - довговічністю, міцністю, жорсткістю, гігієнічністю, вогнестійкістю.

На частку залізобетонних перекриттів припадає біля 60...70% всіх конструктивних елементів каркасу багатоповерхових будівель. Залізобетонні перекриття широко використовують також при малоповерховому і в індивідуальному будівництві.

В останні роки стрімко зростає улаштування монолітних залізобетонних конструкцій різного призначення, особливо монолітних плоских перекриттів. Важливим питанням є зменшення власної ваги монолітних перекриттів з одночасною економією матеріалів. Цього можна досягти улаштуванням порожнин (замкнених внутрішніх контурів) з використанням ефективних вставок з відносно легких матеріалів, які залишаються в перекриттях при їх виготовленні.

Маючи значно меншу, порівняно з цільними плитами, власну вагу і суттєво економію бетону, перекриття з вставками зберігають переваги, властиві традиційним монолітним перекриттям. Тому їх оптимізація, спрямована на пошук економічних конструктивних рішень, є досить важливим завданням, коли все актуальнішими стають питання зменшення матеріало- і енергозатрат при виготовленні залізобетонних виробів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційної роботи відповідає науково-технічній політики держави у сфері енерго- та ресурсозбереження згідно з Законом України про енергозбереження № 74/94-ВР.

Робота відповідає пріоритним напрямкам кафедри автомобільних доріг та мостів і галузевої науково-дослідної лабораторії з оптимізації, дослідження і проектування конструкцій будівель і споруд (ГНДЛ-112 НУ «Львівська політехніка») і використана при виконанні госпдоговірних тем №№ 0331, 0347, 0178, 0153, 0466, 0503, 0463 (державні реєстраційні номери 0110U005032, 0110U006966, 01008U004268, 0108U004267).

Мета роботи та задачі досліджень. Метою даної дисертаційної роботи є: отримання нових експериментальних даних напружено-деформованого стану плоских залізобетонних монолітних перекриттів з однонапрямленими вставками за результатами випробувань натурального перекриття та його фрагментів; розробка пропозицій щодо розрахунку перекриттів з однонапрямленими вставками.

Для досягнення мети в роботі поставлені такі задачі:

- експериментально дослідити міцність, жорсткість та тріщиностійкість фрагментів монолітного перекриття з однонапрямленими вставками;
- порівнянням теоретичних і експериментальних даних проаналізувати точність розрахунку фрагментів перекриттів існуючими програмними комплексами;
- експериментально дослідити жорсткість натурального монолітного перекриття з вставками значних розмірів в плані;

- розробити пропозиції щодо розрахунку міцності та деформативності монолітних залізобетонних перекриттів з однонапрямленими вставками;
- впровадити результати досліджень у практику проектування і будівництва.

Об'єкти дослідження: натурне монолітне залізобетонне перекриття з однонапрямленими вставками та його фрагменти.

Предмет дослідження – напружено-деформований стан монолітного залізобетонного перекриття з однонапрямленими вставками.

Методи дослідження – аналіз літературних джерел, експериментальні випробування дослідних зразків та натурального перекриття, числові методи досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів.

- отримано нові експериментальні дані щодо міцності та деформативності плитних фрагментів перекриття з однонапрямленими вставками;
- отримані нові експериментальні дані щодо деформативності перекриття значних розмірів в плані з однонапрямленими вставками;
- вперше встановлено особливості роботи перекриття з однонапрямленими вставками в поздовжньому і поперечному напрямках перекриття;
- розроблені пропозиції щодо розрахунку міцності та деформативності монолітних залізобетонних перекриттів з однонапрямленими вставками.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані в дисертації результати можуть бути використані при розрахунку і конструюванні монолітних залізобетонних перекриттів з однонапрямленими вставками, застосування яких суттєво зменшує витрату бетону і власну вагу перекриттів.

Впровадження результатів роботи. Результати дисертаційної роботи впроваджені в проектуванні монолітних залізобетонних перекриттів з вставками загальною площею 6600 м² будівлі №3 по вул. Білогірській у м. Тернополі, в проектній документації на будівлю житлового будинку №4 по вул. Білогірській в м. Тернополі загальною площею перекриттів з вставками 6380 м², при будівництві житлового будинку №1 третьої черги житлово-молодіжного комплексу по вул. Роксоляни у м. Львові з використанням монолітних перекриттів з вставками площею 2200м².

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні експериментальних досліджень фрагментів плит з однонапрямленими вставками та натурального перекриття; в опрацюванні і аналізі результатів експериментальних досліджень; в проведенні чисельного моделювання роботи дослідних фрагментів плит та натурального перекриттів; в розробленні пропозицій щодо розрахунку міцності та деформативності монолітних залізобетонних плит з однонапрямленими вставками.

Постановка завдання, планування програми експериментальних і теоретичних досліджень, формулювання основних положень та висновків здійснювалося під керівництвом наукового керівника – к.т.н., доц. Мельника І.В.

Основні наукові результати дисертаційної роботи отримані автором особисто. В публікаціях у співавторстві здобувачеві належить:

[1] – обчислення і аналіз техніко-економічних показників перекриттів з однонапрямленими вставками; [2,4,5] – розрахунок і конструювання монолітних плоских перекриттів з однонапрямленими вставками; [4,10] – підготовка і

проведення натурних випробувань монолітного перекриття з вставками і опрацювання отриманих даних; [3,8,9,10] – проведення експериментальних досліджень довгомірних фрагментів монолітного залізобетонного з однонапрямленими вставками за дії рівномірного розподіленого навантаження і опрацювання отриманих даних; [6,7,10,11] – проведення експериментальних досліджень короткомірних фрагментів залізобетонного перекриття за дії зосередженого навантаження; опрацювання отриманих даних; [10,12] – моделювання роботи дослідних зразків в ПК «Ліра» об'ємними і пластинчастими елементами; [10,12] – розробка пропозицій щодо розрахунку жорсткості і міцності монолітних плоских залізобетонних перекриттів з однонапрямленими вставками.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на наступних конференціях: Сьома наукова-технічна конференція «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди» в м. Рівне (27-29 вересня 2011р.); Всеукраїнський міжвузівський науковий семінар «Залізобетон минулого, сучасності і майбутнього» в м. Львів (14-15 травня 2015р.); Міжнародна науково-технічна конференція «Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону» в м. Полтава (18-20 жовтня 2017р.); Дев'ята науково-технічна конференція «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди» в м. Рівне (16-18 жовтня 2018 р.).

Публікації. Основні наукові результати за темою дисертаційної роботи опубліковані у 12 наукових працях, у тому числі: в монографії, у 9-х статтях у спеціалізованих фахових виданнях, внесених до переліку ВАК України в 2-х статтях у періодичному виданні інших держав.

Обсяг та структура роботи. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 5 розділів, висновків та 5 додатків. Робота викладена на 198 сторінках, у тому числі містить 167 сторінок основного тексту, з них 147 повних сторінок з рисунками і таблицями, 13 сторінок списку використаних джерел, 16 таблиць, 48 рисунків та 30 сторінок додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми, сформульовано мету та задачі досліджень, зазначено науково новизну та практичне значення і впровадження результатів дисертаційної роботи, прийняті методи досліджень та особистий внесок здобувача, апробацію результатів роботи.

В першому розділі розглянуто і проаналізовано конструкції збірних, монолітних та збірно-монолітних перекриттів, що використовують і застосовують в Україні і за кордоном. Показано, що для їх полегшення використовують балко-ребристі конструкції або замкнуті відкриті порожнини. Подано принципові конструктивні рішення монолітних перекриттів з ефективними вставками, розроблені зокрема у Національному університеті «Львівська політехніка», та з пластмасовими вставками, які зазвичай використовують за кордоном.

Дослідженню і розрахунку перекриттів різних типів та їх елементів присвятили свої роботи: Азізов Т.Н., Айвазов В.Л., Ахматов М.А., Бабич Є.М., Байков В.М., Бамбура А.М., Барашиков А.Я., Бліхарський З.Я., Владіміров С.П., Гнідець Б.Г., Дорофєєв В.С., Журавський О.Д., Карпенко М.І., Кваша В.Г., Крамар В.Г., Нижник О.В., Семченков А.С., Стороженко Л.І. та ін. В Україні

перекриття з вставками досліджували Артюх В.Г., Вознюк Л.І., Демчина Б.Г., Євстаф'єв В.І., Котляр Н.І., Кріпак В.Д., Лугченко О.І., Молодченко Г.А. Мельник І.В., Передірієнко І.Д., Санніков І.В., Таран В.В., Тонкачєєв Т.Н., Шмуклер В.С., Югов А.М. та інші.

Не зважаючи на все ширше застосування монолітних плоских перекриттів з вставками на Україні і закордоном, їх дослідження є поодинокими і не відображають особливостей напружено-деформованого стану. Разом з тим їх використання пов'язане з все важливішими проблемами енерго- і ресурсозбереження. Тому подальші дослідження і використання на практиці таких перекриттів є актуальною проблемою.

За результатами огляду і аналізу попередніх напрацювань сформульовані основні завдання дисертаційних досліджень.

Другий розділ містить програму та методику експериментальних досліджень для отримання нових даних при проведенні випробувань залізобетонних плитних фрагментів перекриття і натурального перекриття з пінополістирольними вставками.

Програма експериментальних досліджень передбачала виготовлення і випробування статичним навантаженням двох серій дослідних зразків, які є фрагментами порожнистих перекриттів і натурального перекриття значних розмірів в плані. Загальні характеристики дослідних зразків подані в таблиці 1.

Таблиця 1.

Загальні характеристики дослідних зразків

Серія	Марка	Розміри зразка $l \times b \times h$, см	Кількість	Бетон			Сталева поздовжня робоча арматура				
				Призмova міцність $f_{c,prism}$, МПа	Кубова міцність $f_{c,cube}$, МПа	Початковий модуль пружності $E_{c,k} \times 10^{-3}$, МПа	Площа перерізу см ² (Øмм)		Межа текучості σ_y , МПа	Межа міцності σ_u , МПа	Модуль пружності $E_s \times 10^{-5}$, МПа
							розтягнута	стиснута			
1	3	4	2	5	6	7	8	9	10	11	12
I	ДЗ-1	205×33,5×18	1	20,9	29	26,53	3,39 (3Ø12)	-	539	629	2,1
	ДЗ-2		1								
	ДЗ-3		1								
II	ПФ-1	620×53×26	1	26,1	29,1	32,1	5,65 5Ø12	-	553	663	2,1
	ПФ-2		1								
	НП-1	1210×760×26	1	22,2	24,2	27,8	5,65 /мп	-	465	655	2,1

Крім цього, було виготовлено 12 бетонних призм та 12 бетонних кубів (при виготовленні зразків ДЗ-1, ДЗ-2, ДЗ-3), 9 бетонних призм та 12 бетонних кубів (при виготовленні фрагментів ПФ-1, ПФ-2) та 6 бетонних призм та 9 бетонних кубів (при виготовленні натурального перекриття НП-1) для визначення фізико-механічних характеристик бетону.

Дослідні зразки серії I мали однакові загальні (габаритні) розміри (0,18(h)×0,395(b)×2,05(l))м, але різну конструкцію (рис. 1). Зразок ДЗ-1 як еталонний – суцільного перерізу (рис. 1а). Зразок ДЗ-2 виготовлений з поздовжнім

розташуванням пінополістирольних вставок (рис. 1б), зразок ДЗ-3 – з поперечним розташуванням вставок перерізом 10×10 см (рис. 1в).

Дослідні зразки марки ДЗ-2 і ДЗ-3 є фрагментами плит, умовно "вирізаних" у поздовжньому і поперечному напрямках з прямокутного перекриття з одна напрямленими призматичними вставками.

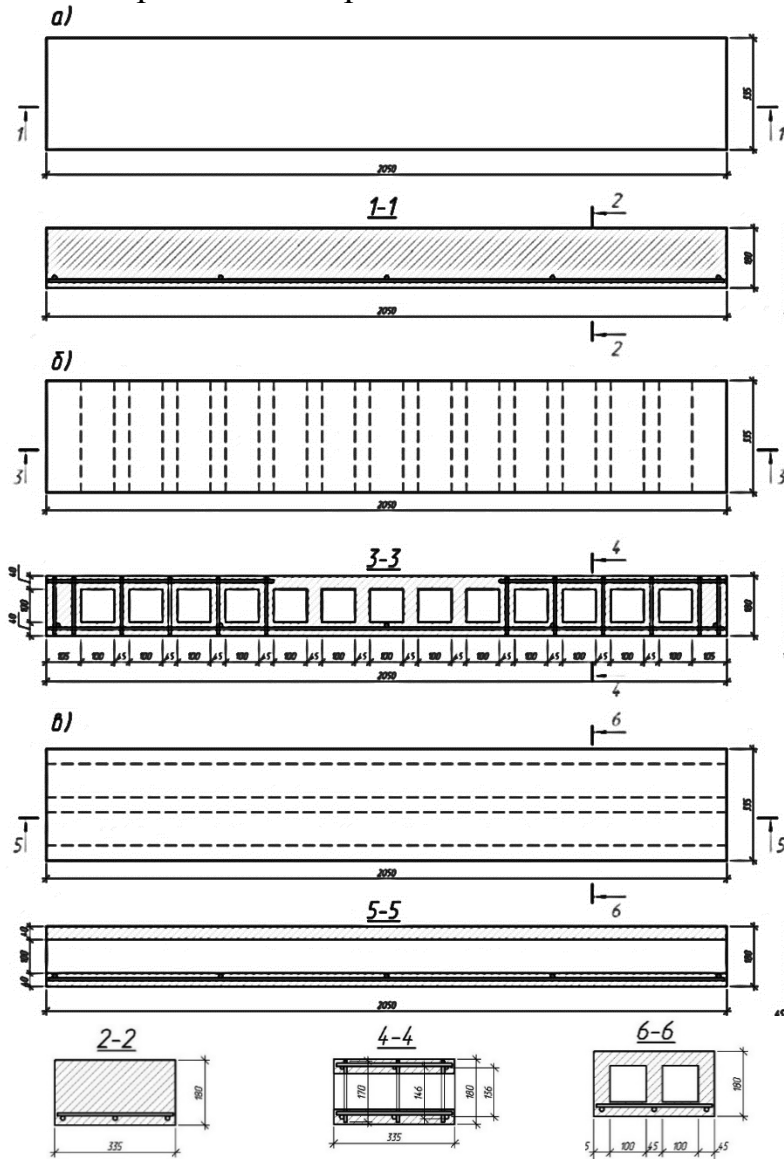


Рис. 1. Конструкція дослідних зразків:
а) - ДЗ-1, б) - ДЗ-2, в) - ДЗ-3.

Нижнє армування дослідних зразків серії І було однаковим: три поздовжні стержні діаметром 12 мм класу А500с, з'єднаних між собою через 40см поперечними стержнями діаметром 8 мм класу А500с. Зразок ДЗ-3 на припорних ділянках мав додаткове армування стержнями $\varnothing 12$ А500С (рис.1б). Статична схема випробувань для всіх зразків І серії була однаковою – дві симетрично прикладені зосереджені сили F з довжиною зони чистого згину 1015мм. Для заміру деформацій в нормальних перерізах і на припорних ділянках дослідних фрагментів використовували індикатори механічної дії з ціною поділки 0,001мм, прогини заміряли індикаторами з ціною поділки 0,01 мм. Загальні вигляди випробувань дослідних зразків серії І подані на рис. 2.



Рис. 2. Загальні вигляди випробувань: а - зразків ДЗ-1, ДЗ-2, б - ДЗ-3.

Досліді зразки серії II є фрагментами плит, умовно "вирізаних" з прямокутного у плані перекриття, на якому проводили натурні випробування (рис. 3а). Довжина фрагментів 6,2 м, ширина – 0,53м, висота перерізу – 0,26м.

Дослідний зразок ПФ-1 мав поздовжнє розташування вставок (рис. 3б), зразок ПФ-2 – поперечне розташування пінополістирольних вставок (рис. 3в).

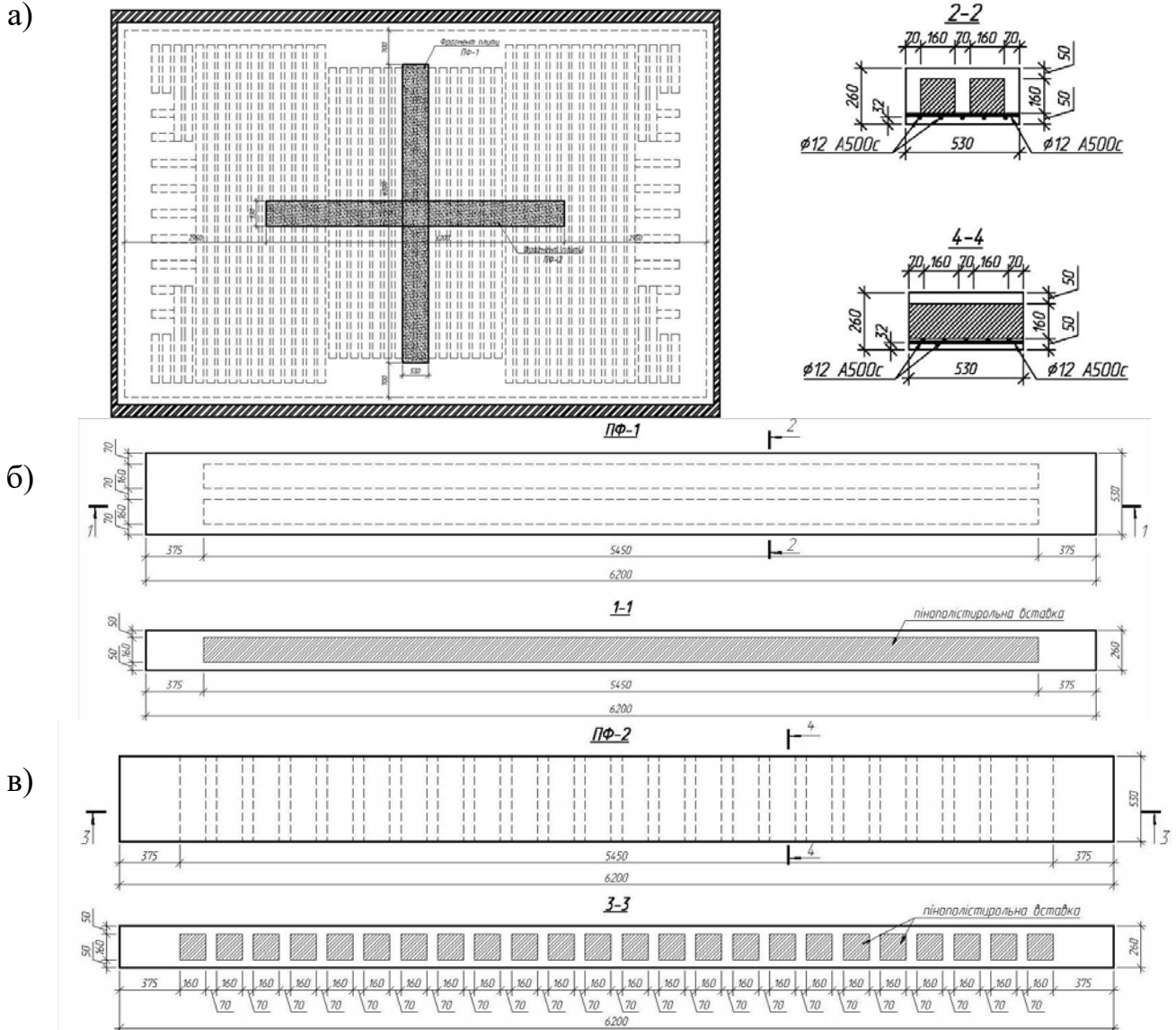


Рис. 3. Загальний план перекриття з вставками (а) і конструкція його фрагментів: дослідних зразків ПФ-1 (б) і ПФ-2 (в)

Для визначення характеристик міцності і деформативності експериментальних зразків серії II було проведено їх випробування на силовому стенді ДП МОУ «Львівській завод збірних конструкцій» (рис. 4). Завантажували фрагменти плит поетапно бетонними блоками по 300 кг, які розглядали по всій площі дослідних зразків, створюючи рівномірно розподілене навантаження.

Прогини зразків вимірювали за допомогою прогиномірів Аістова з ціною поділки 0,01 мм. Деформації бетону і арматури вимірювали індикаторами годинникового типу з ціною поділки 0,001 мм на базі 200 мм.

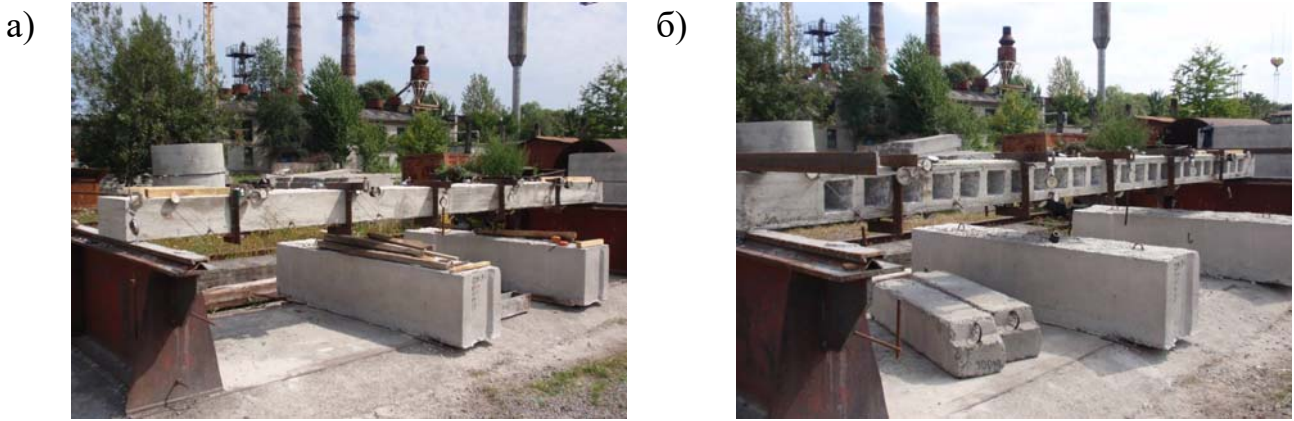


Рис. 4. Загальний вигляд підготовлених до випробувань дослідних зразків: а – ПФ-1; б – ПФ-2.

Загальний план перекриття, на якому проводили натурне випробування, подано на рис. 4а, перерізи і армування – на рис. 5 (фрагмент чверті перекриття). Загальна висота перерізу перекриття $h = 260$ мм прийнята насамперед з умов жорсткості за результатами попереднього розрахунку. В середній основній частині перерізу вставки з пінополістиролу розмірами перерізу 160×160 мм розташовані в поперечному напрямі з відстанню між ними в плані 70 мм. В результаті у цьому напрямі маємо часторебристу конструкцію, в якій почергово розташовані вертикальні ребра і вставки (переріз А-А). В нижній зоні перекриття армували стержнями $\varnothing 12$ А400С. Верхня арматура у складі каркасу була улаштована на кутових ділянках, на яких, згідно з результатами розрахунку, виникають розтягуючі напруження.

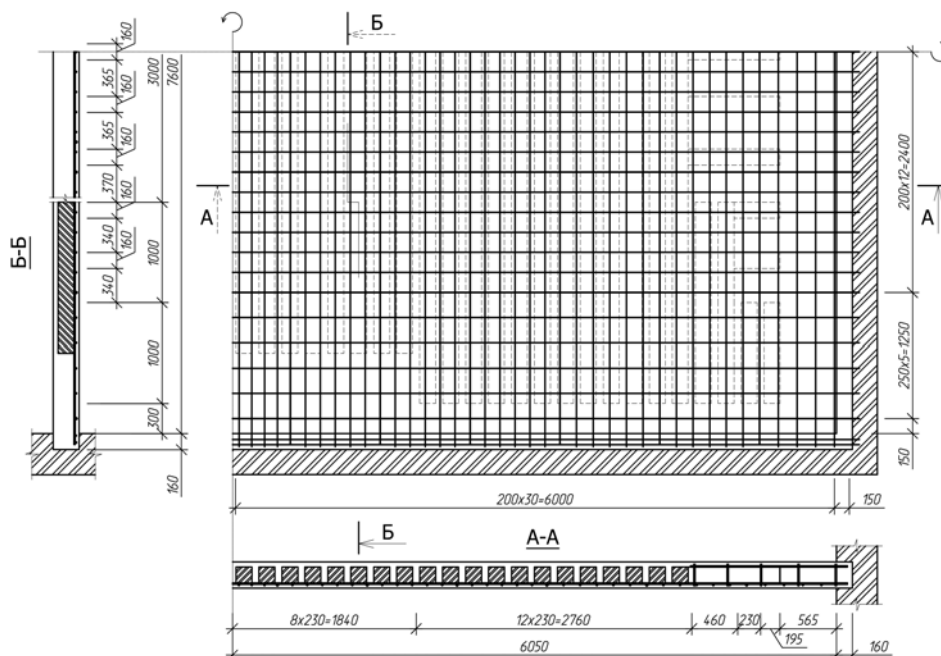


Рис. 5. Конструкція монолітного залізобетонного перекриття з однонаправленими вставками.

Випробування проводили з використанням попередньо зважених цеглин і піску. Зважаючи на значні розміри перекриття та необхідність розташування

вантажів вручну і монтажу та доступу до приладів для заміру деформацій, вантажі розкладали у кількох смугах, розташованих переважно у середній частині прольоту для створення більшого моменту (рис. 6).



Рис. 6. Загальні вигляди випробування натурального перекриття.

Третій розділ містить результати проведених експериментальних досліджень. **Результати випробувань дослідних зразків серії I.** Цільний залізобетонний елемент зруйнувався внаслідок дроблення, в зоні чистого згину з послідовним значним видовженням стержнів поздовжньої робочої арматури. Повне вичерпання несучої здатності зразка ДЗ-1 сталося за навантаження $F=145/2=72,5\text{кН}$. Іншим був характер руйнувань дослідних зразків ДЗ-2, ДЗ-3, які зруйнувалися за похилими перерізами. Фрагмент ДЗ-2 з поздовжнім розташуванням вставок зруйнувався по похилому перерізу, проте характер руйнування відрізнявся від руйнування фрагмента ДЗ-2 і більше відповідав класичній схемі руйнування залізобетонних згинаних елементів. Похила тріщина проходила від зосередженої сили навантаження до реакції опори. Остаточне руйнування дослідного фрагмента сталося за навантаження $F=50\text{кН}$.

Дослідний фрагмент ДЗ-3 з поперечним розташуванням вставок зруйнувався за навантаження $F=31\text{кН}$. Остаточному вичерпанню несучої здатності передували тріщиноутворення внаслідок значних деформацій, особливо у вертикальних ребрах і верхній полиці приопорних ділянок.

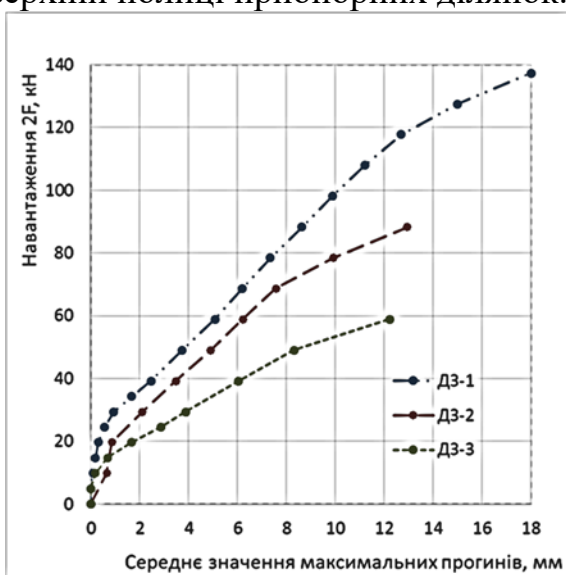


Рис. 7. Графіки прогинів дослідних зразків серії I посередині прольоту.

Загальну жорсткість дослідних фрагментів оцінювали за величиною прогинів як інтегральної величини деформацій нормальних і похилих перерізів по всій довжині прольоту (рис. 7). Як бачимо, найбільшу жорсткість має цільний фрагмент, дещо меншу фрагмент з поздовжнім розташуванням вставок. Жорсткість фрагмента монолітного перекриття з поперечним розташуванням вставок є в декілька разів меншою від попередніх двох фрагментів і мала тенденцію до збільшення, особливо після утворення тріщин.

Результати випробувань дослідних зразків серії II. У зразку ПФ-2 з поздовжнім розташуванням вставок після досягнення в розтягнутій арматурі межі текучості подальше завантаження зразка супроводжувалося значним приростом деформацій арматури і бетону, прогинів і розкриттям тріщин. Внаслідок цього відбувалося зменшення висоти стиснутої зони з подальшим дробленням бетону стиснутої зони. Таке руйнування є характерним для конструкцій балкового типу.

Експериментальні величини згинальних моментів, за яких зруйнувався зразок ПФ-1, становили 60,9 кН/м, що відповідає еквівалентному рівномірно розподіленому навантаженню 24,7 кН/м²

Іншим був характер руйнування фрагмента плити ПФ-2, який зруйнувався внаслідок відшарування нижньої полиці від ребер на приопорній зоні. Величина руйнівного навантаження при цьому склала 9,11 кН/м² ($M_u = 19,4$ кНм).

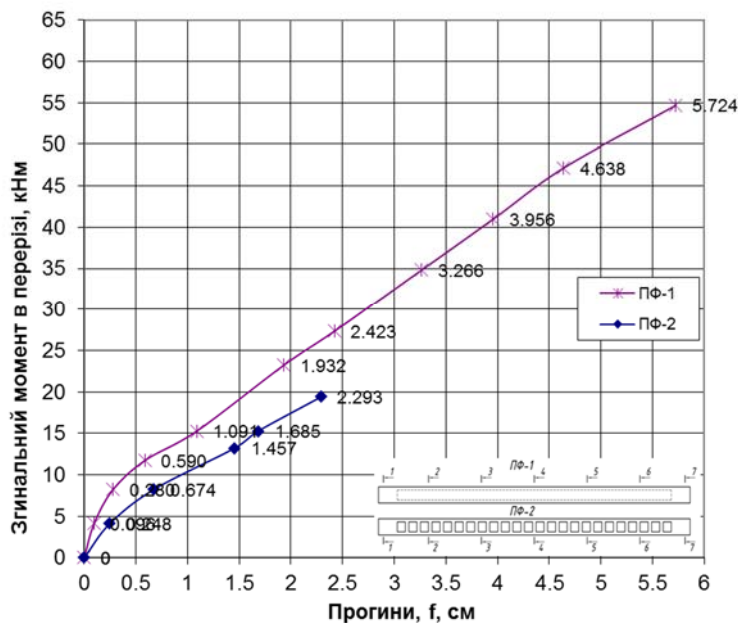


Рис. 8. Графік прогинів плит ПФ-1 і ПФ-2 посередині прольоту (переріз 4-4).

Графіки прогинів посередині прольоту дослідних зразків ПФ-1, ПФ-2 подано на рис. 8. Різниця в прогинах становить від 16 до 42%.

Результати натурних випробувань монолітного залізобетонного перекриття розмірами в плані 7,6x12,1м. Перекриття було розраховане на характеристичне (корисне) навантаження 3,0 кН/м². Виходячи з цього, визначали величину випробувального навантаження. Його прикладали поетапно, рівномірно розподіляючи вантажі по зазначеній вище площі. Величина довантаження на кожному етапі становила $\sim 0,3$ кН/м². При завантаженні на кожному етапі слідкували за загальною поведінкою перекриття, показами приладів тощо. Жодних характерних ознак (зокрема стрімкого наростання деформацій, прогинів) на було виявлено, у т. ч. при досягненні рівня проектного характеристичного навантаження. З врахуванням цього перекриття довантажили до рівня 3,4 кН/м², яке майже відповідало величині розрахункового навантаження. Загальна величина навантаження при цьому з врахуванням власної ваги перекриття становила 3,6 кН/м².

Вичерпання несучої здатності дослідного зразка з поперечним розташуванням вставок відбулося при рівні навантаження, яке становить 37% від навантаження при якому зруйнувався дослідний зразок з поздовжнім розташуванням вставок. Тому при розрахунку міцності перекриттів з однонаправленими вставками несучу здатність необхідно визначати без врахування роботи перерізів з поперечними вставками.

Жорсткість плити оцінювали за величиною максимальних прогинів, замірених при випробуваннях. Найбільші прогини були зафіксовані у середній частині плити, які за максимального завантаження $3,4 \text{ кН/м}^2$ становили $4,6 \text{ мм}$ або $1/1617$ і $1/2574$ відносно короткого і довгого прольотів плити, що свідчить про її значну жорсткість. Епюри прогинів по довшому і коротшому прольотам при етапному завантаженні подано на рис. 9.

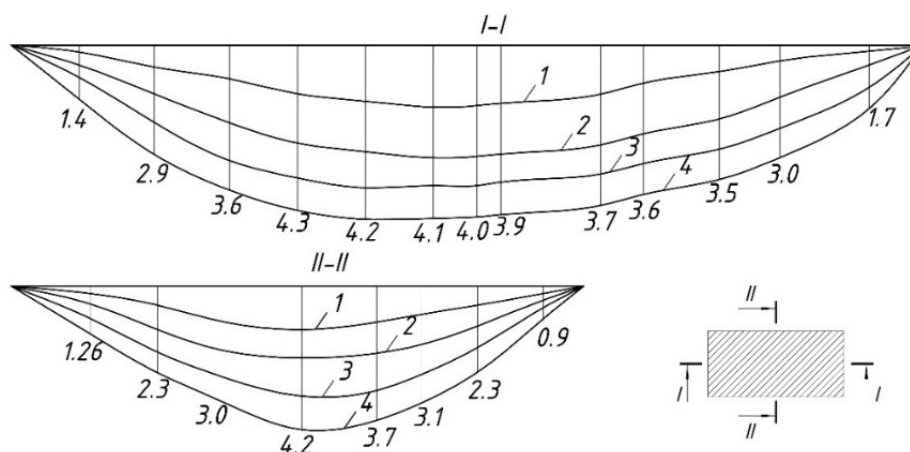


Рис. 9. Епюри експериментальних прогинів середніх перерізів перекриття при поетапному завантаженні у перерізах I-I, II-II: 1 – при $v = 1,5 \text{ кН/м}^2$; 2 – при $v = 2,1 \text{ кН/м}^2$; 3 – при $v = 2,8 \text{ кН/м}^2$; 4 – при $v = 3,4 \text{ кН/м}^2$.

У четвертому розділі обґрунтовано і подано пропозиції щодо розрахунку деформативності і міцності плоских монолітних залізобетонних перекриттів з однонапрямленими вставками.

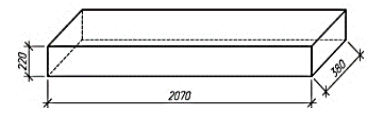
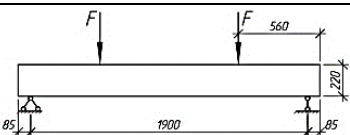
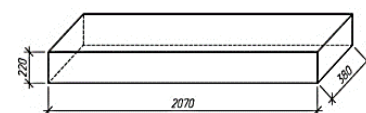
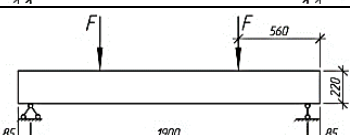
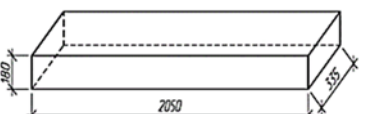
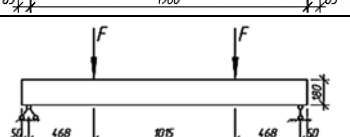
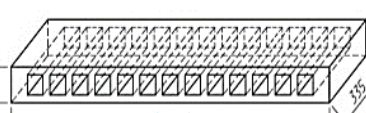
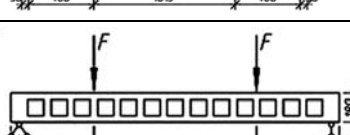
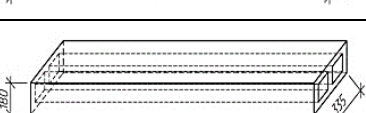
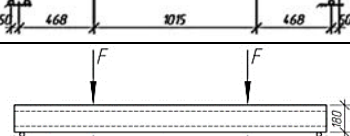
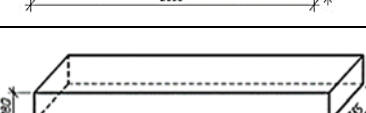
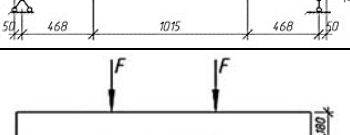
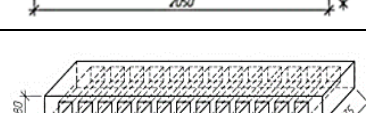
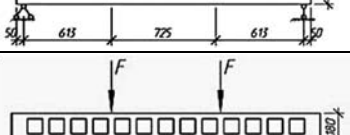
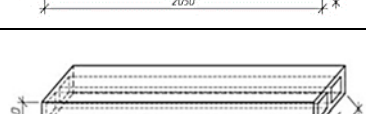
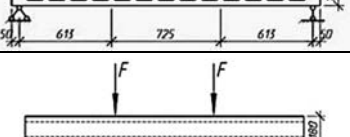
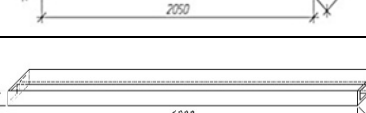
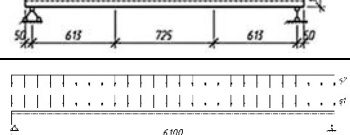
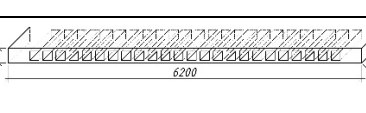
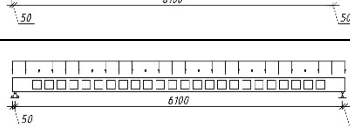
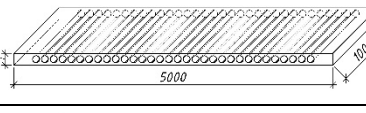
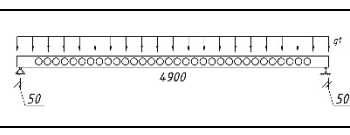
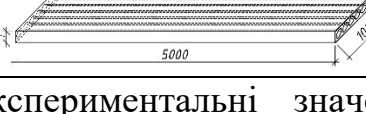
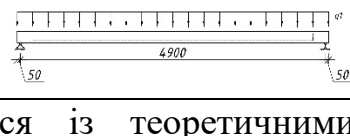
Деформативність дослідних зразків, визначена за програмним комплексом «Ліра САПР». Для розрахунку монолітних плоских перекриттів з внутрішніми порожнинами можна використати такі типи елементів ПК «Ліра САПР»: об'ємні елементи; стержневі елементи; пластини (оболонки).

Моделювання роботи порожнистого перекриття об'ємними елементами найбільше відповідає суті такого перекриття, оскільки повністю відображає його геометричну структуру. Проте, досвід показав, що таке моделювання є трудомістким і дуже часозатратним. Це пов'язано з тим, що монолітні перекриття, на відміну від збірних, є нетиповими і здебільшого індивідуальними. Тому практично для кожного монолітного перекриття з вставками необхідно задавати свою конструктивну схему з відображенням: загальної статичної схеми перекриття (умов обпирання, відстані між опорами); форм, розмірів і кроку вставок тощо.

З метою обґрунтування можливості використання ПК «Ліра САПР» для більш простого розрахунку як пластинчастих елементів виконано експериментальну перевірку моделювання на фрагментах перекриття з вставками, а також на суцільних плитних залізобетонних елементах.

Характеристику дослідних зразків, прийняту для експериментально-теоретичних досліджень, подано в табл. 2. Крім зразків серії I і серії II (див. розділ 2), для досліджень були прийняті також інші плитні конструкції.

Характеристика дослідних зразків

№ з/п	Загальна конструкція (геометричні розміри)	Характеристика матеріалів		Схема завантаження
		арматура	бетон	
1	2	3	4	5
ПС-1		A400c $\sigma_y = 435$ МПа	C20/25 $f_{c,cube} = 20,3-20,7$ МПа	
ПС-2		A400c $\sigma_y = 435$ МПа	C20/25 $f_{c,cube} = 20,3-20,7$ МПа	
ДЗ-1		A400c $\sigma_y = 476$ МПа	C20/25 $f_{c,cube} = 20,9$ МПа	
ДЗ-2		A400c $\sigma_y = 476$ МПа	C20/25 $f_{c,cube} = 20,9$ МПа	
ДЗ-3		A400c $\sigma_y = 476$ МПа	C20/25 $f_{c,cube} = 20,9$ МПа	
ДЗ-4		A400c $\sigma_y = 476$ МПа	C20/25 $f_{c,cube} = 20,9$ МПа	
ДЗ-5		A400c $\sigma_y = 476$ МПа	C20/25 $f_{c,cube} = 20,9$ МПа	
ДЗ-6		A400c $\sigma_y = 476$ МПа	C20/25 $f_{c,cube} = 20,9$ МПа	
ПФ-1		A400c $\sigma_y = 489$ МПа	C25/30 $f_{c,cube} = 26,1$ МПа	
ПФ-2		A400c $\sigma_y = 489$ МПа	C25/30 $f_{c,cube} = 26,1$ МПа	
ФП-1		A500c $\sigma_y = 520$ МПа	C20/25 $f_{c,cube} = 23,2$ МПа	
ФП-2		A500c $\sigma_y = 520$ МПа	C20/25 $f_{c,cube} = 23,2$ МПа	

Експериментальні значення прогинів порівнювалися із теоретичними значеннями, побудованими за результатами комп'ютерного моделювання в ПК «Ліра». Пропрацьовували два варіанти моделювання: 1-й – з використанням об'ємних елементів; 2-й – з використанням пластинчастих елементів.

Під час моделювання об'ємних елементів використовували діаграми нелінійного деформування бетону і арматури.

Результати досліджень подано у вигляді графіків прогинів як інтегрувальної величини деформацій по всій довжині досліджуваних елементів (рис. 10 -14).

Розрахунок моделей експериментальних зразків проводили як у лінійній, так і в нелінійній постановці з заданням закону нелінійного деформування.

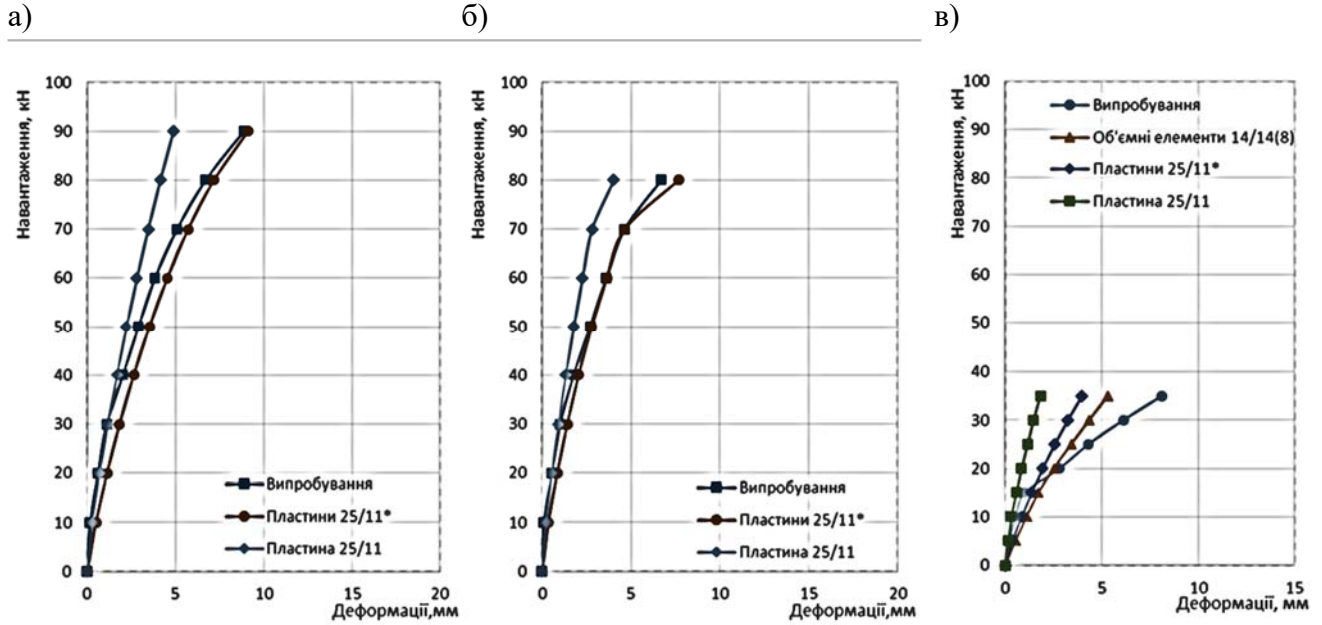


Рис. 10. Графік прогинів дослідних зразків: а) - ПС-1; б) - ПС-2; в) - ДЗ-5

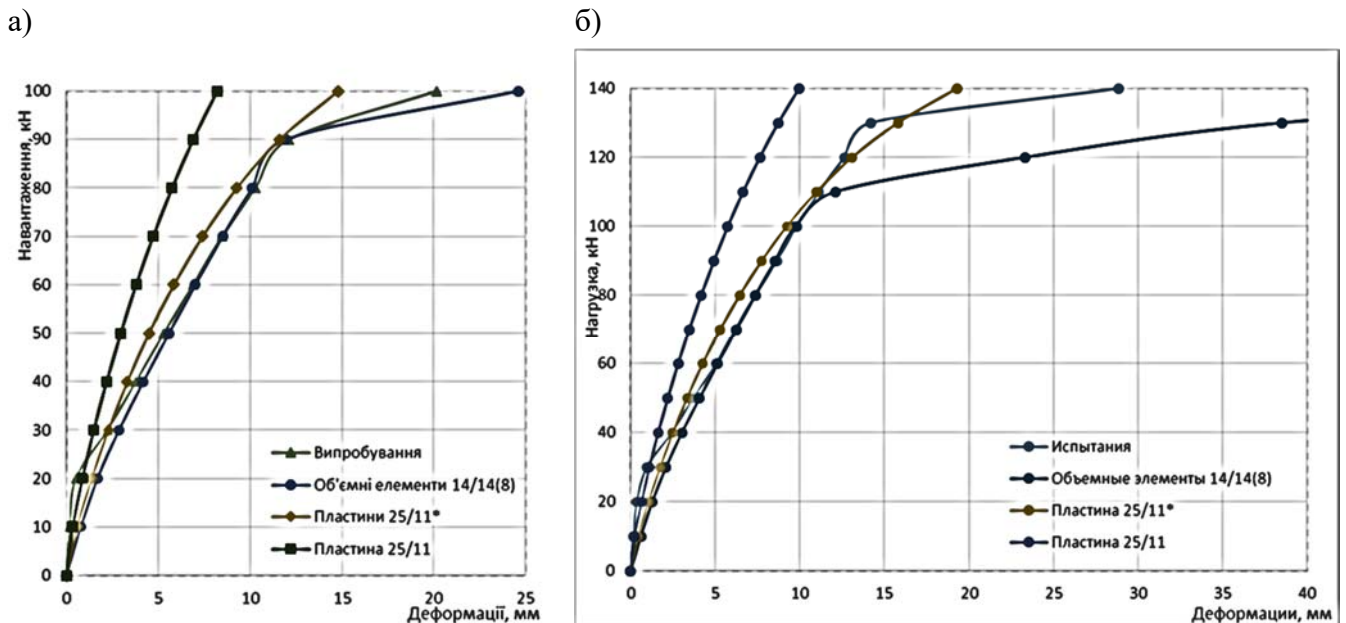


Рис. 11. Графік прогинів дослідних зразків: а) - ДЗ-4; б) - ДЗ-1.

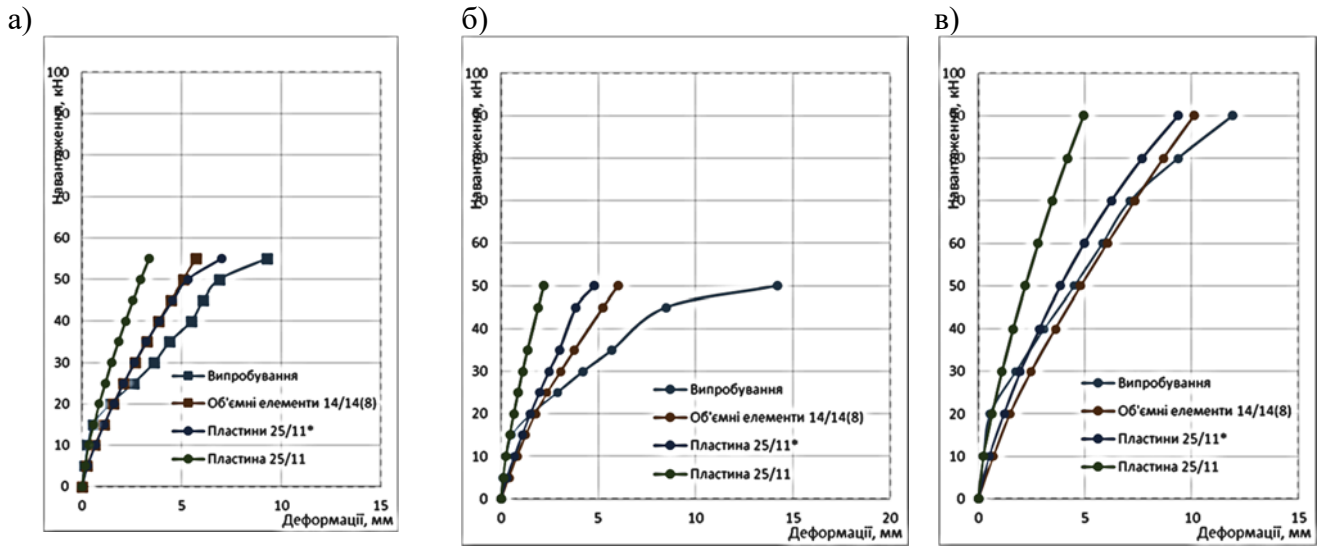


Рис. 12. Графік прогинів дослідних зразків: а) - ДЗ-6; б) - ДЗ-2; в) - ДЗ-3.

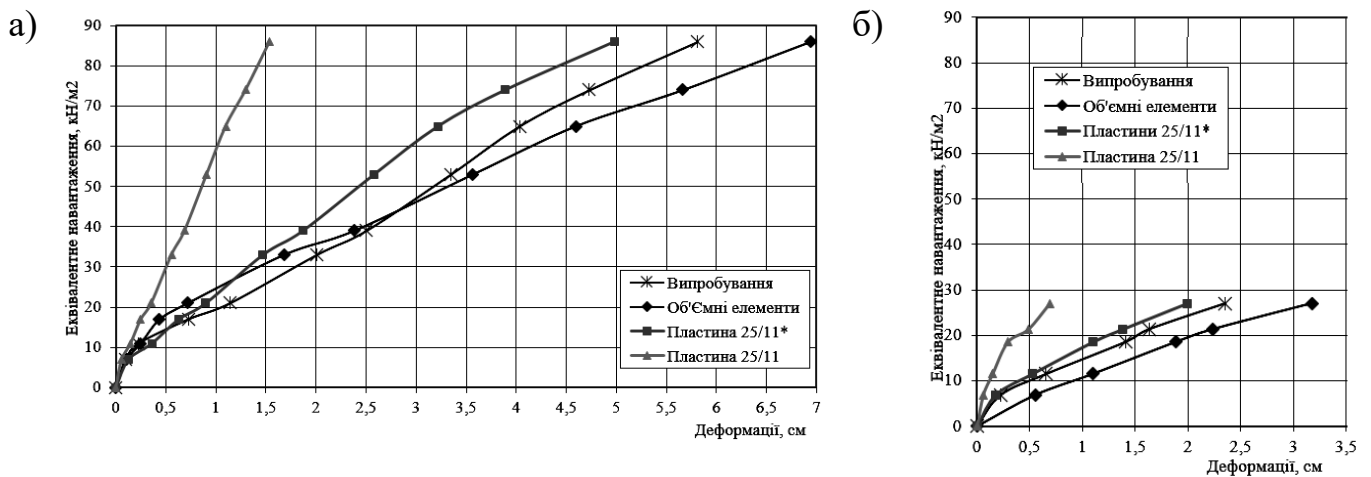


Рис. 13. Графіки прогинів дослідних зразків ПФ-1 (а) та ПФ-2 (б).

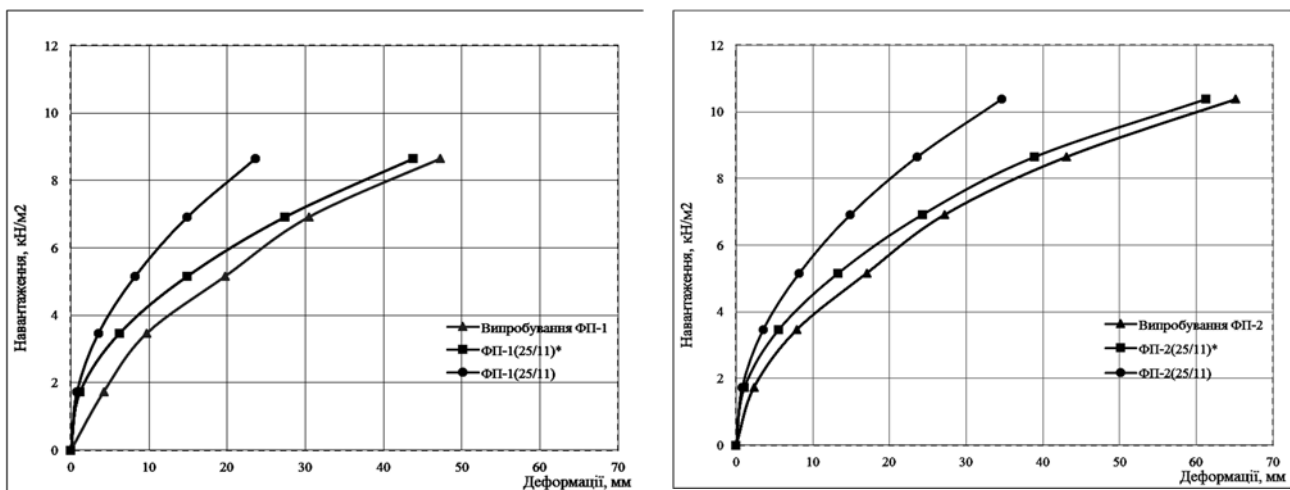


Рис. 14. Графіки прогинів дослідних зразків: а) - ФП-1; б) - ФП-2.

Згідно з отриманими результатами, для загального статичного розрахунку перекриттів з вставками можна використовувати ПК «Лира-САПР», моделюючи роботу об'ємними елементами або моделюючи роботу пластинчастими елементами з пониженим модулем пружності бетону (табл. 3).

Коефіцієнти зниження модуля пружності бетону

Тип зразків	Марка	Коефіцієнт К	
			усереднений
Цільні	ПС-1	0,57...0,64	0,57
	ПС-2	0,55...0,62	
	ДЗ-4	0,41...0,52	
	ДЗ-1	0,42...0,53	
З поздовжнім розташуванням вставок	ДЗ-6	0,38...0,53	0,45
	ДЗ-3	0,37...0,54	
	ПФ-1	0,48...0,53	
	ФП-2	0,49...0,54	
З поперечним розташуванням вставок	ДЗ-5	0,2...0,22	0,25
	ДЗ-2	0,21...0,24	
	ПФ-2	0,28...0,33	
	ФП-1	0,27...0,33	

Рекомендації щодо розрахунку міцності перекриттів з однонапрямленим розташування вставок. Розрахунок несучої здатності фрагментів монолітного залізобетонного перекриття за деформаційним методом виконували на трьох типах дослідних зразків марки ПФ-1, ДЗ-6, ФП-2 конструкція яких подана вище (табл. 2) з умовним позначенням, відповідно зразок №1, №2, №3.

Усі три дослідні зразки мали поздовжнє розташування вставок. Їх розрахунковий поперечний переріз зводився до двотаврової форми.

Діаграми деформування бетону прийняті за виразом (3.14) Єврокоду 2. У цей вираз підставляли експериментально отримані значення призмової міцності і модуля пружності бетону. Відносні деформації ε_{c1} , що відповідають піковій точці діаграми, прийняті такими, що дорівнюють 0,002, а граничні деформації – $\varepsilon_{cu1} = 0,0035$. Отриману в такий спосіб діаграму для спрощення інтегрування за визначення зусиль у бетоні стиснутої зони описано поліномом п'ятого ступеня. Виявлено, що коефіцієнти полінома для бетону класу С20/25, прийняті згідно з табл. Д1 ДБН В.2.6-98:2009, дали змогу отримати хорошу збіжність із виразом (3.14) Єврокоду 2.

Відношення напружень бетону, обчислених за Єврокод 2 і з використанням полінома, знаходяться в межах 0,97 – 1.

Діаграма деформування бетону першого дослідного зразка, напруження згідно з якою визначені за державними будівельними нормами і за Єврокодом 2, свідчить про їхню добру збіжність (рис. 15). Аналогічні результати отримані для бетону зразків №2 та №3.

У всіх трьох зразках на стадії, що передувала руйнуванню, нейтральна вісь знаходилася в межах верхньої полиці, тому використана четверта форма рівноваги (рис. 16) за вимогами національного стандарту.

Для цієї форми рівноваги чинними є розрахункові залежності:

$$\frac{f_{cd}}{\bar{\kappa}} \left[(b_w + 2b_{eff}) \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+1} \left(\frac{\varepsilon_{c(1)}}{\varepsilon_{c1}} \right)^{k+1} \right] + \sum_{i=1}^n A_s \sigma_s - N = 0 ; \quad (1)$$

$$\frac{f_{cd}}{\bar{\kappa}^2} \left[(b_w + 2b_{eff}) \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} \left(\frac{\varepsilon_{c(1)}}{\varepsilon_{c1}} \right)^{k+2} \right] + \sum_{i=1}^n A_s \sigma_s \frac{\varepsilon_{c(1)} - \bar{\kappa} Z_s}{\bar{\kappa}} - M = 0. \quad (2)$$

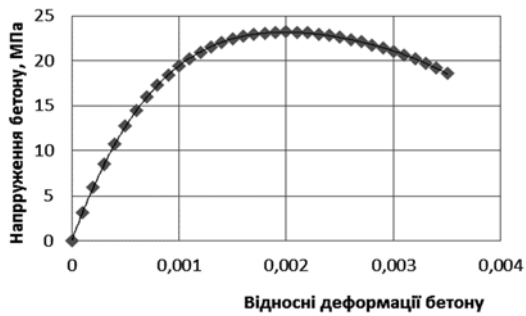


Рис. 15. Діаграма деформування бетону зразка № 1.

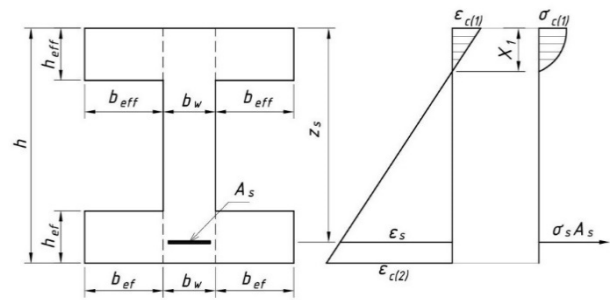


Рис. 16. Розрахункова схема напружено-деформованого стану дослідних зразків на стадії роботи перед руйнуванням.

Розрахунок несучої здатності нормальних перерізів виконували з використанням табличного процесора Excel за рівняннями (1) і (2). Під час цього задавали геометричні параметри перерізу дослідних зразків та усереднені механічні характеристики арматури і бетону, зазначені вище.

За результатами розрахунку дослідних зразків за деформаційним методом були визначені проміжні і кінцеві розрахункові параметри: деформації бетону стиснутої зони $\epsilon_c(1)$; усереднені деформації розтягнутої зони бетону $\epsilon_c(2)$; кривизна вигнутої осі $N=1/\rho$; висота стиснутої зони $x_1 = \epsilon_c(1)/N$; напруження в бетоні, σ_b ; величина несучої здатності за моментом M .

Несуча здатність зразка №1 за деформаційним методом – 67,1 кН·м. За цього моменту висота стиснутої зони x_1 становила 3,17 см, відносні деформації арматури – 0,0173, крайніх стиснутих фібр бетону – 0,0028. Таким чином, граничні деформації в арматурі і бетоні не були досягнуті, і критерієм руйнування є втрата рівноваги зусиль (максимум на кривій “момент-кривизна”) (рис. 17). За розрахунку при прямокутній розрахунковій епюрі стиснутої зони бетону за методикою Єврокод-2 несуча здатність – 70,86 кН·м, а висота стиснутої зони – 2,53 см.

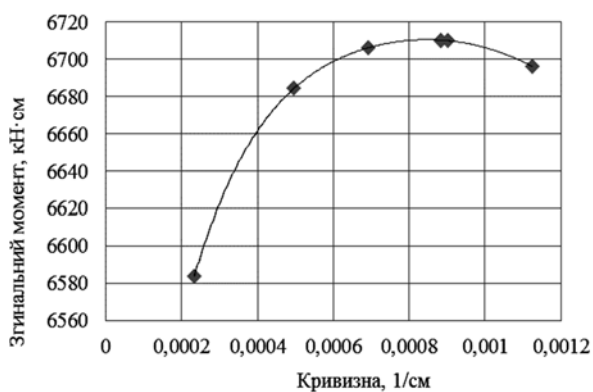


Рис. 17. Діаграма «момент-кривизна» зразка № 1.

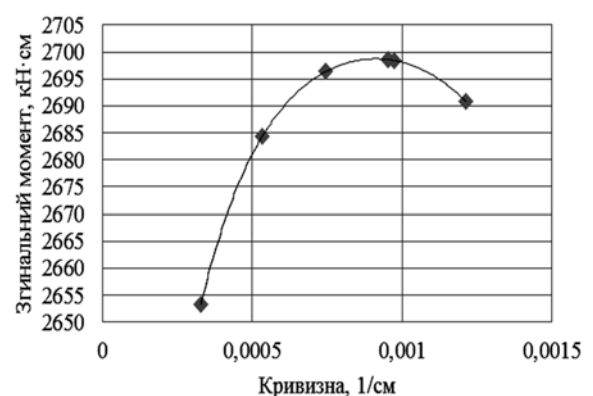


Рис. 18. Діаграма «момент-кривизна» зразка № 2.

Несуча здатність зразка №2 за деформаційним методом – 26,99 кН·м. За цього моменту висота стиснутої зони x_1 становила 2,94 см, відносні деформації арматури – 0,0124, крайніх стиснутих фібр бетону – 0,0028. Граничні деформації в арматурі і бетоні не були досягнуті. Критерій руйнування – втрата рівноваги внутрішніх

зусиль (рис. 18). За розрахунку при прямокутній епюрі бетону за методикою Єврокод 2 несуча здатність – 27,1 кН·м, висота стиснутої фібри – 2,35 см.

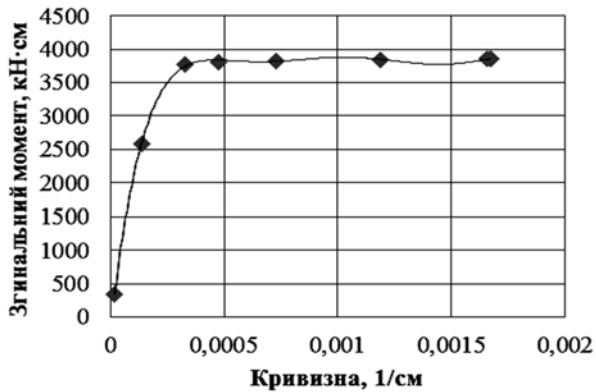


Рис. 19. Діаграма «момент-кривизна» зразка № 3.

Несуча здатність зразка №3 за деформаційним методом – 38,55 кН·м (рис. 19). За цього моменту висота стиснутої зони $x_1 = 1,38$ см, відносні деформації арматури – 0,025, крайніх стиснутих фібр бетону – 0,0023. Критерій руйнування – досягнення в арматурі граничних деформацій. За розрахунку при прямокутній епюрі бетону за методикою Єврокод 2 несуча здатність – 38,62 кН·м, висота стиснутої фібри – 1,06 см.

Визначена таким чином несуча здатність дослідних зразків подана в табл. 4 і порівняна з експериментальними значеннями згинальних моментів, за яких зруйнувалися дослідні зразки з урахуванням їх власної ваги.

Таблиця 4

Порівняння результатів розрахунку з експериментальними даними

Марка зразка	Момент, визначений за методикою [37], M_1^{th} кН·м	Момент, визначений за методикою [39], M_2^{th} кН·м	Експериментальні значення моментів, за якого зразок зруйнувався M^{exp} , кН·м	Співвідношення $\frac{M_1^{th}}{M^{exp}}$	Співвідношення $\frac{M_2^{th}}{M^{exp}}$
№1	67,10	70,86	66,57	1,008	1,064
№2	26,99	27,10	28,11	0,960	0,964
№3	38,55	38,62	39,16	0,984	0,986

Експериментальні значення руйнівного моменту M^{exp} для дослідних зразків №2, №3 перевищують теоретичні величини моментів на 1,6–4 %.

Для найгабаритнішого зразка №1 величина M^{exp} є дещо меншою від теоретичних значень. На величину руйнівного навантаження могло вплинути не зовсім точне розташування вставок по висоті перерізу.

Визначення несучої здатності за моделювання в ПК «Ліра САПР». Моделювання виконували за допомогою об'ємних елементів для формування геометричних розмірів зразків з типом кінцевого елементу КЄ 236 для бетону та стержневими кінцевого елементу КЄ 410 для арматури. Розрахунок проводили за 21 законом нелінійного деформування для бетону та 11 законом нелінійного деформування для арматури.

Аналіз теоретичних досліджень показує, що моделювання в програмному комплексі «ЛІРА» відобразило напружено-деформований стан дослідних зразків і характер їх руйнування при експериментальних дослідженнях (рис. 20).

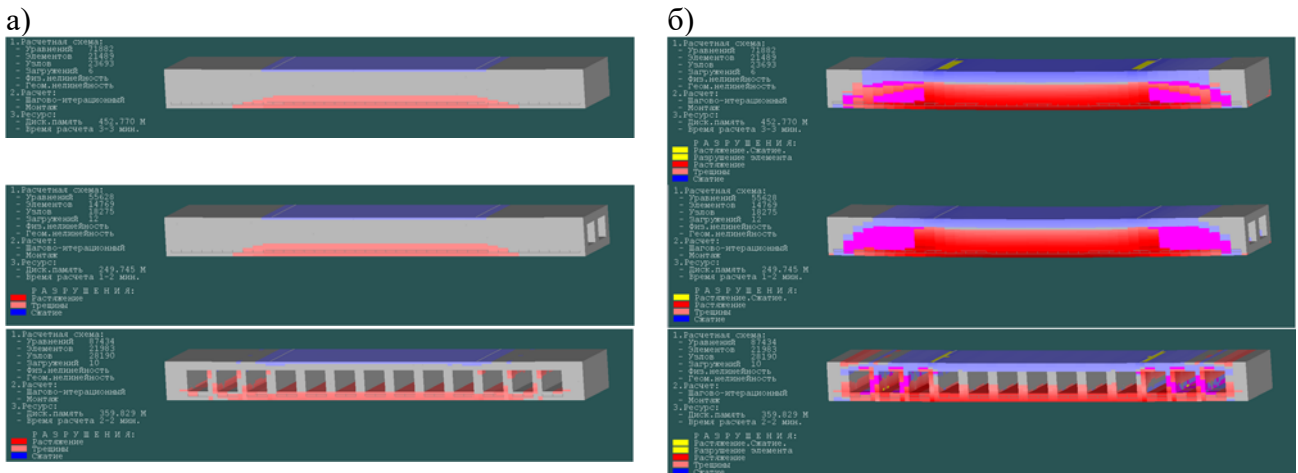


Рис. 20. Зміна напружено-деформованого стану дослідних зразків ДЗ-1, ДЗ-2, ДЗ-3: а-на першому етапі завантаження; б-перед руйнуванням.

Співставлення експериментальних і теоретичних значень руйнівного навантаження визначеного за ПК Ліра САПР, подано в табл. 5.

Таблиця 5

Порівняння результатів розрахунку несучої здатності в ПК Ліра САПР з експериментальними даними

Марка зразка	Руйнівне навантаження, кН		Розбіжність %
	експеримент	розрахунок в ПК Ліра	
№1	72,5	76,9	6,1%
№2	50	55,8	11,6%
№3	31	36	16,1%

Отже, моделювання і розрахунок в ПК «Ліра САПР» дає достатньо якісну оцінку напружено-деформованого стану дослідних зразків, проте завищує їх несучу спроможність.

Розділ п'ять містить порівняння техніко-економічної ефективності залізобетонних перекриттів різного типу. Розглянуто монолітні залізобетонні перекриття з різними формами та розмірами вставок.

Описані об'єкти і конструктивні рішення монолітних залізобетонних перекриттів з порожниноутворюючими вставками, де були використані результати досліджень при проектуванні та будівництві каркасних будівель з перекриттями з однонапрямленими вставками.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблена програма та методика експериментальних і теоретичних досліджень натурального перекриття з однонапрямленими вставками та фрагментів таких перекриттів, випробуваних за різних схем завантаження.

2. Проведені експериментальні дослідження фрагментів перекриття з поздовжнім і поперечним розташуванням вставок дозволили визначити особливості їх напружено-деформованого стану. Дослідження показали, що

жорсткість перекриття в обидвох напрямках є суттєво різною, що необхідно враховувати в загальних статичних розрахунках перекриттів з однонапрямленим розташуванням вставок.

3. Згідно з результатами експериментальних досліджень, вичерпання несучої здатності дослідних зразків з поперечним розташуванням вставок відбувається при рівнях навантаження, на 38...63% менших від тих, при яких зруйнувалися дослідні зразки з поздовжнім розташуванням вставок. Тому при розрахунку міцності перекриттів з однонапрямленими вставками несучу здатність необхідно визначати без врахування роботи перерізів в перпендикулярному до вставок напрямі.

4. Випробування натурного плоского монолітного залізобетонного перекриття розмірами в плиті $7,6 \times 12,1$ м з однонапрямленим розташуванням вставок показали, що воно є жорсткою і надійною конструктивною системою. Так за навантаження $3,4 \text{ кН/м}^2$ прогини посередині перекриття становили 4,6 мм (або $1/2630$ і $1/1652$ відносно довшого і коротшого прольотів).

5. За результатами експериментально-теоретичних досліджень розроблено пропозиції щодо загального статичного розрахунку перекриттів з однонапрямленими вставками. Для цього можна використати ПК «Ліра САПР», моделюючи роботу перекриття об'ємними елементами з фактичними характеристиками матеріалів, або моделюючи пластинчастими елементами із зменшеним модулем пружності бетону, що суттєво спрощує розрахунок.

6. Розроблено рекомендації щодо розрахунку міцності перекриття з однонапрямленими вставками. Експериментально-теоретичні дослідження показали, що розрахунок несучої здатності дослідних зразків фрагментів плит з однонапрямленими вставками за деформаційним методом згідно з ДСТУ Б.В.2.6-156.2010 достатньо добре відображає модельований процес як кількісно, так і якісно.

Для розрахунку міцності можна використати також ПК «Ліра САПР» з моделюванням об'ємними елементами. Згідно з результатами експериментально-теоретичних досліджень, ПК «Ліра САПР» дало достатньо якісну оцінку напружено-деформованого стану дослідних зразків (фрагментів плит), проте дещо завищило їх несучу здатність - на 6,1-16,1%.

7. Використання вставок в монолітних залізобетонних перекриттях на об'єктах цивільного будівництва підтвердило їх ефективність за загальними техніко-економічними показниками. Застосування пінополістирольних вставок в перекриттях дозволило суттєво (до 34-42%) зменшити витрати бетону і, відповідно, власну вагу перекриттів, що важливо, зокрема, при будівництві в сейсмічних районах. Крім цього, внаслідок зменшення власної ваги зменшується витрата робочої арматури до 7...12%, тиск на вертикальні несучі конструкції, фундаменти тощо.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ***Статті у наукових фахових виданнях України:***

1. Мельник І. В., Сорохтей В. М., Приставський Т. В., Партута В. П. Техніко-економічна ефективність монолітних залізобетонних перекриттів з вставками / Ресурсоекономічні матеріали, конструкції та споруди : зб. наук. праць. - Рівне : Волинські обереги. - 2018. - Вип. 36. - С. 142-150.
2. Мельник І. В., Сорохтей В. М., Конструювання плоских монолітних залізобетонних перекриттів з використанням ефективних вставок різних форм. Вісник НУ «Львівська політехніка «Теорія і практика будівництва №655, Львів, 2009 с.190-199.
3. Мельник І. В., Сорохтей В. М. Експериментальні дослідження і використання на практиці плоских монолітних залізобетонних перекриттів з ефективними вставками. Вісник Донбаської національної академії будівництва та архітектури. 2011. Вип. 2011-4 (90). С. 121–129 .
4. Мельник І. В., Сорохтей В. М., Лундяк В. С., Крет В. О. Залізобетонне монолітне перекриття з порожниноутворюючими вставками і металевим профнастилом. Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 2011. Вип. 22. С. 427–432.
5. Мельник І. В., Сорохтей В. М., Пелех А. Б., Приставський Т. В. Використання ефективних вставок в плоских монолітних залізобетонних перекриттях південно-східної частини стадіону по вул. Стрийська–Кільцева у м. Львові. Будівельні конструкції. Міжвідомчий наук.-техн. зб. 2011. Вип. 74, книга 2. С. 97–105 .
6. Мельник І. В., Сорохтей В. М., Приставський Т. В., Грушка Р. І., Барщик П. С. Експериментальні дослідження деформативності фрагментів монолітного перекриття з трубчастими вставками і суцільного перекриття. Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва. 2015. № 823. С. 236–243.
7. Мельник І. В., Сорохтей В. М., Приставський Т. В., Бачкай О. С., Грушка Р. І., Барщик П. С. Порівняльні експериментальні дослідження фрагментів монолітного перекриття з трубчастими вставками і суцільного перекриття. Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 2014. Вип. 29. С. 259–265.
8. Мельник І. В., Сорохтей В. М., Приставський Т. В., Давидовський Н.Б., Крет В.О. Деформативність фрагментів монолітного залізобетонного плоского перекриття з поздовжнім і поперечним розташуванням прямокутних вставок. Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 2012. Вип. 23. С. 312–320.
9. Мельник І. В., Сорохтей В. М., Приставський Т. В., Давидовський Н. Б., Крет В. О. Випробування фрагментів монолітного плоского залізобетонного перекриття з однонаправленим розташуванням пінополістирольних вставок.

Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва. 2012. № 742. С. 131–138.

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав та виданнях України, що включені до міжнародних наукометричних баз даних (НМБД):

10. Мельник І.В. Экспериментальные исследования деформативности фрагментов монолитного плоского железобетонного перекрытия с пенополистирольными вкладышами / Мельник І.В., Сорохтей В.М., Приставский Т.В. // Вестник Белорусско-Российского университета. 2015. № 4. С. 103–112, (ISSN 2077-8481).

11. Мельник І.В. Моделирование работы фрагментов монолитных пустотелых плитных железобетонных конструкций в программном комплексе «Ли́ра» / Мельник І.В., Сорохтей В.М., Приставский Т.В., Партута В.П. // Вестник Белорусско-Российского университета. 2019. № 3. С. 139–146, (ISSN 2077-8481).

Публікації, що додатково відображають результати дисертаційного дослідження:

Мельник І. В., Сорохтей В. М., Приставський Т. В. Плоскі залізобетонні конструкції з ефективними вставками. Монографія. Львів, Видавництво Львівської політехніки, 2018.

АНОТАЦІЯ

Сорохтей В.М. Міцність і деформативність плоских залізобетонних монолітних перекриттів з однонапрямленими вставками. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» - Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2020.

Основний зміст дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота присвячена актуальним питанням експериментально-теоретичних досліджень перекриттів з ефективними вставками, пов'язаних з суттєвою економією бетону та арматури при їх виготовленні. Проведено випробування натурального перекриття з вставками та його фрагментів, здійснено дослідно-промислово апробацію та визначено техніко-економічну ефективність застосування таких перекриттів при будівництві монолітних залізобетонних каркасів житлових, адміністративних та промислових споруд.

У результаті проведення комплексу теоретичних і експериментальних досліджень отримані наступні наукові результати:

- отримано нові експериментальні дані щодо міцності та деформативності плитних фрагментів перекриття з однонапрямленими вставками;
- отримані нові експериментальні дані щодо деформативності перекриття значних розмірів в плані з однонапрямленими вставками;

- вперше встановлено особливості роботи перекриття з однонапрямленими вставками в поздовжньому і поперечному напрямках;
- розроблені пропозиції щодо розрахунку міцності та деформативності монолітних залізобетонних перекриттів з однонапрямленими вставками.

Ключові слова: монолітні плоскі залізобетонні перекриття, вставки, деформаційна модель, розрахунок несучої здатності, експериментальні дослідження, двотаврові перерізи.

АННОТАЦИЯ

Сорохтей В.М. Прочность и деформативность плоских железобетонных монолитных перекрытий с однонаправленными вставками. - Квалификационная научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук (доктора философии) по специальности 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения» - Национальный университет «Львовская политехника», Львов, 2020.

Основное содержание диссертационной работы.

Диссертация посвящена актуальным вопросам экспериментально-теоретических исследований перекрытий с эффективными вкладышами, связанных с существенной экономией бетона и арматуры при их изготовлении. Проведены испытания натурального перекрытия с вкладышами, и его фрагментов, осуществлено опытно-промышленную апробацию и определена технико-экономическая эффективность применения таких перекрытий при строительстве монолитных железобетонных каркасов жилых, административных и промышленных сооружений.

В результате проведения комплекса теоретических и экспериментальных исследований получены следующие научные результаты:

- получены новые экспериментальные данные по прочностные и деформативности плитных фрагментов перекрытия с однонаправленными вкладышами;
- получены новые экспериментальные данные по деформативности перекрытия значительных размеров в плане с однонаправленными вкладышами;
- впервые установлены особенности работы перекрытия с однонаправленными вкладышами в продольном и поперечном направлениях;
- разработаны предложения по расчету прочности и деформативности монолитных железобетонных перекрытий с однонаправленными вкладышами.

Ключевые слова: монолитные плоские железобетонные перекрытия, вкладыши, деформационная модель, расчет несущей способности, экспериментальные исследования, двутавровые сечения.

ABSTRACT

Sorokhtei V.M. Strength and deformability of flat reinforced concrete monolithic floors with unidirectional inserts. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences (PhD) on a specialty 05.23.01 "Building constructions, buildings and constructions" (19 - Architecture and construction). - Lviv Polytechnic National University, Lviv, 2020.

The main content of the dissertation.

The dissertation is devoted to topical issues of developing propositions for the calculation of structural support with unidirectional inserts and obtaining new firmness and deformability characteristics in order to improve the method of calculation of ferroconcrete monolithic structural support with unidirectional inserts. The program of testings of structural support and its fragments is developed, experimental-industrial approbation is actualized and technical-economic efficiency of application of such structural support in construction of monolithic ferroconcrete frameworks of residential, administrative and industrial buildings is defined.

The main content of the dissertation.

The dissertation work is devoted to actual questions of experimental-theoretical researches of overlappings with effective inserts connected with essential economy of concrete and armature at their manufacturing. construction of monolithic reinforced concrete frames of residential, administrative and industrial buildings.

As a result of a set of theoretical and experimental studies, the following scientific results were obtained:

- new experimental data on the strength and deformability of slab fragments of the floor with unidirectional inserts;
- new experimental data on the deformability of the floor of significant size in terms of unidirectional inserts;
- for the first time features of work of overlapping with unidirectional inserts in the longitudinal and cross directions are established;
- developed proposals for calculating the strength and deformability of monolithic reinforced concrete floors with unidirectional inserts.

Key words: monolithic flat reinforced concrete floors, inserts, deformation model, bearing capacity calculation, experimental researches, I-beam sections.