

УДК 624.012

ВИПРОБУВАННЯ КЕРАМЗИТОБЕТОННИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ З ЕФЕКТИВНИМИ ВСТАВКАМИ

*Л. Вознюк, аспірант, Б. Демчина, д.т.н.,
Національний університет «Львівська політехніка»
Ю. Собчак-Пястка, к.т.н.,
Технологічно-природничий університет в Бидгощі, Польща*

Постановка проблеми. Враховуючи те, що в будівельній галузі відбуваються постійна оптимізація ресурсів та економія енергії, надзвичайно важливим питанням на сьогодні є зменшення власної ваги конструкцій будівлі чи споруди. Особливо це помітно на етапі основних будівельних робіт та під час аналізу й розрахунків схеми споруди у комплексі. Власна вага – надзвичайно серйозний фактор, який впливає на вартість будівельно-монтажних робіт та на обсяги будівельних матеріалів, які потрібно закласти в несучі конструкції споруди для забезпечення надійної й безпечної експлуатації.

Використання в перекриттях легких бетонів із ефективними вставками може істотно зменшити власну вагу конструкцій, що призведе до економії ресурсів, матеріалів та енергоефективності будівлі загалом. За рахунок таких конструктивних рішень зменшуються навантаження на основні конструктивні несучі елементи – фундаменти, колони, стіни, перекриття, істотно зменшується вплив сейсмічної складової навантаження, на будівельний майданчик необхідно транспортувати менше матеріалів, що економить транспортні витрати та дає змогу зменшити площі тимчасового складування на будівельному майданчику.

Зменшення власної ваги плит перекриття за реконструкції наявних будівель та споруд дає змогу зменшити витрати на посилення фундаментів, скоротити час виконання робіт.

Ідея таких рішень полягає в заміні пустотоутворювальними вставками масивного бетону в середині монолітного перекриття й у зменшенні власної ваги за рахунок використання керамзитобетону, який має меншу густину порівняно з важким бетоном. При цьому важливе ефективне армування конструкції, враховуючи особливості роботи багатошарового елемента.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Роботу багатошарових плит перекриття вивчали чимало науковців, зокрема В.С. Шмуклер, Б.Г. Демчина, А.Я. Барашиков, І.В. Мельник, О.Я. Литвиняк, І.З. Рутковська, К. Штамм, Х. Витте та ін. [1-10].

Постановка завдання. Наше завдання – розробка методики проектування енергоефективних багат шарових плит перекриття з використанням легкого утеплювача.

Виклад основного матеріалу. Було випробувано дві серії керамзитобетонних плит перекриття на згин, за їх опирання на чотири кути.

Згідно з програмою та методикою дослідження було виготовлено дві серії керамзитобетонних плит (по дві в кожній) (табл. 1), а також контрольні зразки кубів, призм та арматури.

Таблиця 1

Характеристики експериментальних плит

№ з/п плит	Серія	Марка плити	Розміри плит ахвхh (м)	Товщина верхнього та нижнього шарів (м)	Товщина середнього шару (ППС) (м)	Клас керамзитобетону	Клас арматури
1	1	ПК-1.1	2х2х0,1	0,03	0,04	LC25/28	A500C, BpI
2		ПК-1.2					
3	2	ПК-2.1					A500C
4		ПК-2.2					

Дослідні зразки плит були прийняті квадратними в плані, розмірами 2000 х 2000 мм, товщиною 100 мм (рис. 1). Плити першої серії виготовлені суцільними із керамзитобетону, поздовжня робоча арматура – Ø8 A500C з кроком 200 х 200 мм. Плити другої серії були багат шаровими. Середнім шаром слугували чотири вставки з пінополістиролу (ППС) марки ПСБ-С-35 завтовшки 40 мм, розміром у плані 850 х 850 мм, верхній та нижній шари із керамзитобетону завтовшки 30 мм. По периметру та посередині плити були виконані ребра завширшки 100 мм, в яких розміщувалися арматурні каркаси. Нижня арматура каркаса прийнята Ø8 A500C, верхня – Ø4 Bp-I, поперечна – Ø3 Bp-I, кр.200. Нижній шар керамзитобетону, крім каркасів, був додатково армований сіткою із арматури Ø3 Bp-I з кроком 100 х 100 мм,

а верхній – сіткою із арматури $\varnothing 3$ ВР-I з кроком 200 x 200 мм. З'єднання робочої арматури у плоскі сітки та каркаси було виконано в заводських умовах контактним зварюванням.

Прийняті такі умовні позначення у маркуванні плит: *П* – плита; *К* – матеріал керамзитобетон (цифри вказують номер плити у відповідній серії).

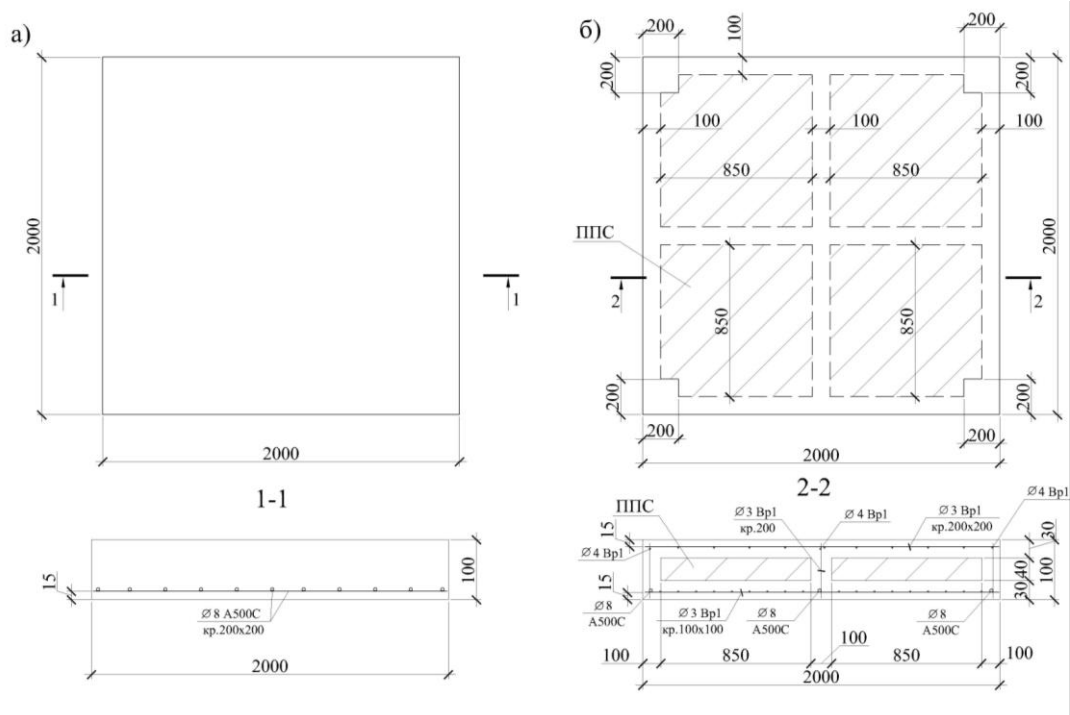


Рис. 1. Конструкція дослідних зразків: а) дослідні зразки марки ПК-1.1 та ПК-1.2; б) дослідні зразки марки ПК-2.1 та ПК-2.2*

*Зразки виготовляли на заводі ЗБВ № 2 у м. Львові за спеціально розробленою технологією.

Випробовування плит виконували в лабораторії заводу ЗБВ № 2 у м. Львові згідно з [11]. Вигляд випробувального стенда та схему розташування приладів показано на рис. 2. Навантаження прикладали за допомогою фіксованих, попередньо зважених, бетонних грузів. Прогини плит вимірювали за допомогою індикаторів годинникового типу (№ 3 на рис. 2, б) з ціною поділки 0,01 мм. Загалом було розміщено дев'ять індикаторів. Чотири з них встановлені на опорах, чотири по середині по периметру плит, а один підводили по центру плити до нижньої грані. Для більшої точності замірів між індикаторами і зразком були прилаштовані скляні пластини на клею. Індикатори були закріплені на металевих штативах.

а)



б)

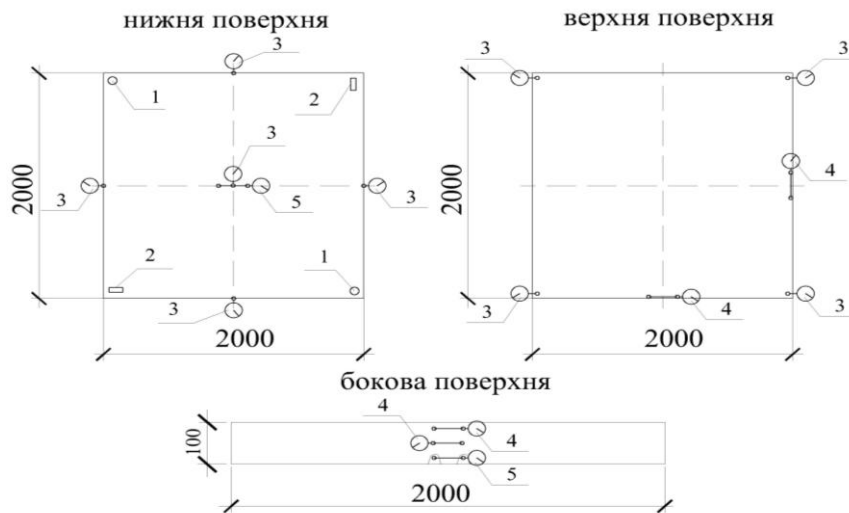


Рис. 2. Схема розташування мікроіндикаторів та прогиномірів:
а) загальний вигляд випробувального стенда; б) схема розташування приладів; 1 – шарова опора; 2 – циліндрична опора; 3 – індикатори П1-П9; 4 – мікроіндикатори на бетоні Мі1-Мі6; 5 - мікроіндикатори на арматурі Мі7-Мі9

Деформації бетону замірювали за допомогою шести мікроіндикаторів годинникового типу (№ 4 на рис. 2, б) з ціною поділки 0,001 мм. За допомогою двох мікроіндикаторів вимірювали деформації бетону верхнього стиснутого волокна. Вони фіксувалися на спеціальних тримачах з базою 200 мм. Ще чотири індикатори влаштовували на аналогічних тримачах,

приклеєних на бічні грані плити з базою 200 мм у зоні дії максимальних згинальних моментів, що давало змогу встановити деформації бетону за висотою перерізу.

Деформації арматури замірювали за допомогою трьох мікроіндикаторів годинникового типу (№ 5 на рис. 2, б) зі шкалою 0,001 мм. Ці мікроіндикатори фіксували на спеціальних тримачах, які закріплювалися до металевих тримачів на арматурних стрижнях каркаса з базою 200 мм. Тримачі до робочої арматури кріпили до бетонування балок за допомогою точкового зварення.

Під час експериментів контролювали момент тріщиноутворення і розвиток тріщин. Момент тріщиноутворення визначали за допомогою мікроскопа МПБ-2М, яким замірювали ширину розкриття тріщин. Додатковою інформацією про появу тріщин слугували стрибки в показах мікроіндикаторів нижньої зони та бокових граней, через які вони пройшли. Відліки за приладами, а також фіксацію розвитку тріщин, виконували після 10-15-тихвилинної витримки на кожному ступені навантаження і заносили до журналу випробовувань.

Прийнята методика випробувань на згин короткотривалим навантаженням дала змогу визначати величини руйнівних навантажень, деформації бетону й розтягнутої арматури плити, прогини конструкцій та заміряти ширину розкриття тріщин.

Під час випробування плит навантаження прикладалися ступенями до повного їх руйнування.

Руйнування плит першої серії відбулося внаслідок руйнування керамзитобетону на опорних ділянках. Руйнування плит другої серії відбувалося внаслідок досягнення критичних напружень у розтягнутій арматурі. Характер тріщиноутворення та руйнування плит показано на рис. 3 а, б.

За результатами проведених експериментальних досліджень отримані величини руйнівних навантажень та прогинів (табл. 2).

Графіки прогинів показано на прикладах плит ПК-1.2 та ПК-2.2 (рис. 4).

а)



б)

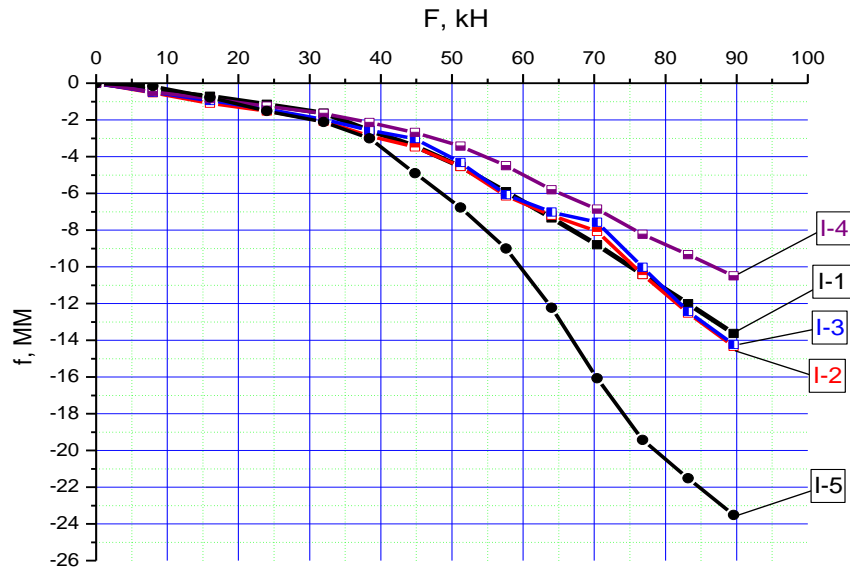


Рис. 3. Вигляд плит після руйнування:
а) плита марки ПК-1.1; б) плита марки ПК-2.2

Висновки

1. Апробовано методику експериментальних досліджень суцільних керамзитобетонних та керамзитобетонних плит перекриття з ефективними вставками на згин, за їх опирання на чотири кути.
2. Проведені дослідження дали змогу встановити характер руйнування керамзитобетонних плит перекриття та керамзитобетонних плит перекриття із ефективними вставками.
3. Методика випробування дала змогу визначити несучу здатність, деформативність та характер тріщиноутворення дослідних плит.

a)



б)

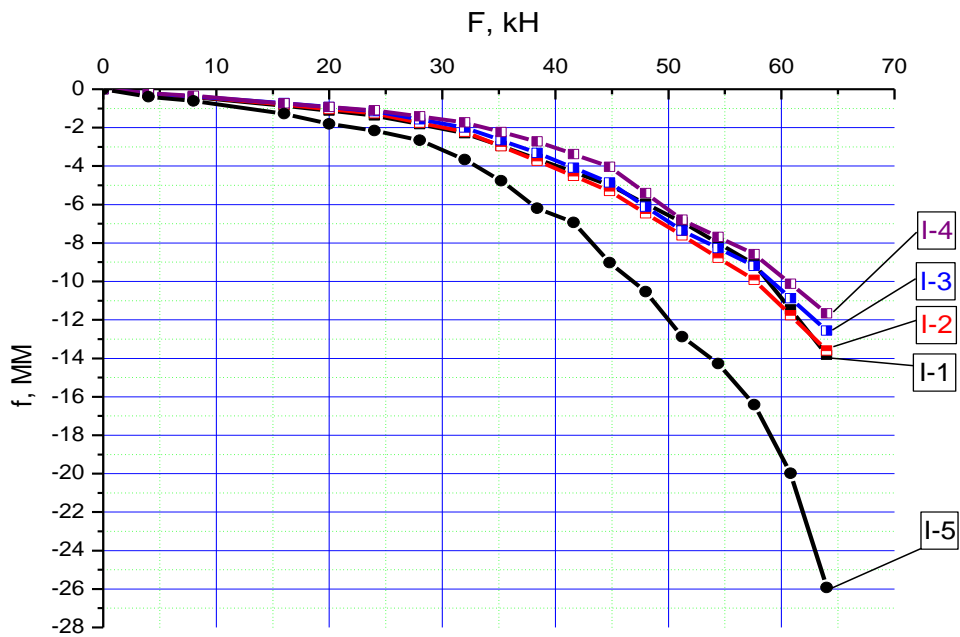


Рис. 4. Графіки прогинів плит
 а) плита марки ПК-1.2; б) плита марки ПК-2.2;
 11 – 14 – прогиноміри всередині прольотів по периметру плит;
 15 – прогиномір, підведений до центру плити

Таблиця 2

Результати випробувань

№ з/п плит	Серія	Марка плити	Руйнівне навантаження (кН)	Максимальні прогини (мм)
1	1	ПК-1.1	92,02	22,09
2		ПК-1.2	94,18	23,52
3	2	ПК-2.1	67,50	27,87
4		ПК-2.2	69,06	25,92

Бібліографічний список

1. Шмуклер В. С. Каркасные системы облегченного типа / В. С. Шмуклер, Ю. А. Климов, Н. П. Буряк. – Харків : Золоті сторінки, 2008. – 336 с.
2. Литвиняк О. Я. Забезпечення несучої здатності коротких збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття із використанням безавтоклавного пінобетону / О. Я. Литвиняк, Б. Г. Демчина // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: теорія і практика будівництва. – 2013. – № 755. – С. 227-231.
3. Шмуклер В. С. Рациональное конструирование некоторых видов сборных железобетонных конструкций / В. С. Шмуклер // Коммунальное хозяйство городов. – 1997. – № 10. – Харьков, 1997. – С. 37-48.
4. Рутковська І. З. Виготовлення та випробування тришарових плоских панелей перекриття розміром 2x2 м / І. З. Рутковська, Л. І. Вознюк // Містобудування та територіальне планування : зб. наук. пр. – К. : КНУБА, 2013. – Вип. 48. – С. 384-389.
5. Мельник І. В. Експериментальні дослідження і використання на практиці плоских монолітних залізобетонних перекриттів з ефективними вставками / І. В. Мельник, В. М. Сорохтей // Вісник ДонНАБА : Будівельні конструкції будівель і споруд: проектування, виготовлення, реконструкція та обслуговування. – 2011. – № 4(90). – С. 121-129.
6. Випробування фрагментів монолітного плоского залізобетонного перекриття з однонаправленим розташуванням пінополістерольних вставок / [І. В. Мельник, В. М. Сорохтей, Т. В. Приставський та ін.] ; за заг. ред. І. В. Мельника // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: теорія і практика будівництва. – 2012. – № 742. – С. 131-138.
7. Вайнберг Д. В. Расчет пластин / Д. В. Вайнберг, Е. Д. Вайнберг. – К. : Будівельник, 1970. – 434 с.
8. Демчина Б. Г. Експериментальні випробування на згин збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття із використанням безавтоклавного пінобетону / Б. Г. Демчина, О. Я. Литвиняк // Містобудування та територіальне планування : нак.-техн. зб. – 2013. – Вип. 48. – С. 119-123.

9. Штамм К. Многослойные конструкции / К. Штамм, Х. Ватте ; пер. с нем. Т. Н. Орешкиной. – М. : Стройиздат, 1983. – 300 с.
10. Барашиков А. Я. Экспериментальні дослідження двошарових плит / А. Я. Барашиков, О. Д. Журавський, Д. В. Сморгалов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. пр. – 2004. – Вип 12. – Рівне : НУВГП, 2004. – С. 109-114.
11. ДСТУ Б В.2.6-7-95 (ГОСТ 8829-94). Конструкції будинків і споруд. Вироби будівельні бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантаженням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості.

Вознюк Л., Демчина Б., Собчак-Пястка Ю. Випробування керамзитобетонних плит перекриття з ефективними вставками

Описано методіку випробування керамзитобетонних плит перекриття з ефективними вставками на згин. Виконано випробування двох серій керамзитобетонних плит на дію короткочасного навантаження. Показано характер руйнування плит.

Ключові слова: керамзитобетонні елементи, характер руйнування, плити перекриття з ефективними вставками.

Voznyuk L., Demchyna B., Sobchak-Pyastka Yu. Test expanded clay slabs with effective accents

The article describes the method of testing expanded clay slabs with good bend inserts. Completed test two series of plates keramzitobetonnyh the effect of short-term stress. Presented fracture plates.

Key words: concrete elements fracture, slabs of effective inserts.

Вознюк Л., Демчина Б., Собчак-Пястка Ю. Испытание керамзитобетонных плит перекрытия с эффективными вставками

Описана методика испытания керамзитобетонных плит перекрытия с эффективными вставками на изгиб. Выполнено испытание двух серий керамзитобетонных плит на действие кратковременной нагрузки. Представлен характер разрушения плит.

Ключевые слова: керамзитобетонные элементы, характер разрушения, плиты перекрытия с эффективными вставками.