

СоюзДорНИИ, 2001. 5. Пособие по проектированию и устройству теплоизолирующих слоев дорожной одежды из пенополистирольных экструзионных плит "Теплекс". – Балашиха, 2007. 6. Лундышев И.А. Комплексное применение монолитного пенобетона при строительстве в труднодоступных районах добычи энергоресурсов // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – №4. – С. 16–20. 7. Коваль П.М., Фаль А.Є., Кушнір О.В., Усатов В.В. Перспективи використання пінобетону в дорожньому будівництві України // Дорожня галузь України. – 2008, №2. – С. 54–56. 8. Тулаев А.Я., Пузаков Н.А., Богатырева Е.И. Регулирование водно-теплового режима земляного полотна в городских условиях. – М.: Высшая школа, 1972. – 122 с. 9. Пузаков Н.А. Водно-тепловой режим земляного полотна автомобильных дорог. – М.: Научно-техническое издательство Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР, 1960. – 168 с.

УДК 692.5

Б.Г. Демчина¹, О.Я. Литвиняк¹, Ю.М. Кунанець²
Національний університет "Львівська політехніка",
¹кафедра будівельних конструкцій та мостів,
²кафедра мостів та будівельної механіки

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОТКИХ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПІНОБЕТОНУ

© Демчина Б.Г., Литвиняк О.Я., Кунанець Ю.М., 2012

Наведено результати експериментальних досліджень коротких збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням пінобетону під час випробування на згин. Пропонується використовувати такі плити перекриття для житлового та громадського будівництва. Припускається, що застосування збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням пінобетону дасть змогу зменшити власну вагу перекриття, навантаження на фундамент, забезпечить добру звукоізоляцію між поверхами.

Ключові слова: збірно-монолітне перекриття, короткі залізобетонні плити перекриття, пінобетон, випробування на згин залізобетонних плит перекриття.

The results of experimental reseaches of short of collapsible-monolithic reinforced-concrete flags of ceiling with utilization of foam beton in test to crook. Propose utilization these flags of ceiling in apartment building and civil building. Intend that utilization of collapsible-monolithic reinforced-concrete flags of ceiling with utilization of foam beton enable reduce own weight of ceiling, load on foundation, provide good soundinsulation between floor.

Key words: collapsible-monolithic ceiling, short reinforced-concrete flags of ceiling, foam beton, test to crook reinforced-concrete flags of ceiling.

Постановка проблеми. Сучасний розвиток будівництва спонукає до застосування нових матеріалів (пінобетону, газобетону та ін.), що надади б змогу зменшити матеріалоемність та собівартість будівництва, а також покращити екологічність та енергоощадність будівель. Порівняно із іншими теплоізоляційними матеріалами пінобетон має такі переваги: екологічність, паропроникність, морозостійкість, звукоізоляційність, вогнестійкість та ін. Вважаємо, що застосування збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням пінобетону дає можливість:

- значно знизити затрати на утеплення підлог, горищ і покрівель будинків;
- зменшити власну вагу перекриття та навантаження на фундамент;
- забезпечити хорошу звукоізоляцію між поверхами;
- зменшити вартість будівництва.

Беручи до уваги державну політику щодо енергозбереження, необхідно звернути увагу на застосування пінобетону у конструкціях перекриття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні в Україні, як і у всьому світі, є поширені ніздрюваті бетони (піно- та газобетони) для зведення стін громадських, житлових та промислових будівель, а також як основу під дороги [1]. Однак використання пінобетону у перекриттях є мінімальним, хоча вигода від цього є значною. Проте внаслідок малих значень модуля пружності ніздрюватого бетону та підвищеної повзучості під навантаженням, його застосування у плитах стандартного типорозміру сьогодні не передбачено [3]. Короткі плити використовують для перекриття коридорів, а також коли споруджують перекриття по балках.

Формулювання мети дослідження. Дослідження роботи коротких збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття із використанням пінобетону.

Викладення основного матеріалу. Короткі збірно-монолітні залізобетонні плити перекриття із використанням пінобетону – це плити, які складаються з двох шарів: нижній шар – з важкого бетону, а верхній шар – з пінобетону. Вся конструкція плит усередині армована стрижневою арматурою (рис. 1).

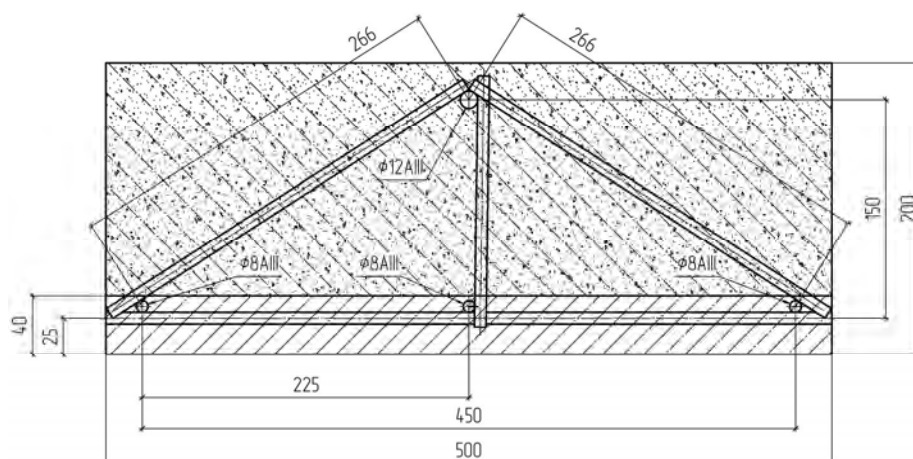


Рис. 1. Поперечний переріз короткої збірно-монолітної залізобетонної плити перекриття з використанням пінобетону

Зразки плит було виконано у кількості шести штук, розміром $L \times V \times H = 2100 \times 500 \times 200$ мм. Нижній збірний залізобетонний елемент заввишки 40 мм виготовлено на заводі залізобетонних виробів №2 у м. Львові із важкого бетону (класу В20) та стрижневої арматури класу А-III. Згодом у лабораторії кафедри будівельних конструкцій та мостів нижні збірні залізобетонні елементи плит було вкрито у дерев'яну опалубку та забетоновано пінобетоном заввишки 160 мм. Залежно від марки пінобетону дослідні зразки плит було поділено на три серії:

- серія I – плити марок ПК-1 та ПК-2 – пінобетон проектної марки D800 без армування поліпропіленою фіброю;
- серія II – плити марок ПК-3 та ПК-4 – пінобетон проектної марки D800 армований поліпропіленою фіброю (довжина волокна поліпропіленої фібри становила $L=12$ мм);
- серія III – плити марок ПК-5 та ПК-6 – пінобетон проектної марки D1000 без армування поліпропіленою фіброю.

Дослідні зразки випробували на згин за стандартною методикою випробування балок на двох опорах – шарнірно нерухомій та шарнірно рухомій. Навантаження на дослідні зразки прикладалося за допомогою гідравлічного домкрата величиною P та через розподільчу траверсу симетрично розподілялося у третилах прольоту величиною по $0,5P$. Величина одного ступеня завантаження становила 1 кН (рис. 2).

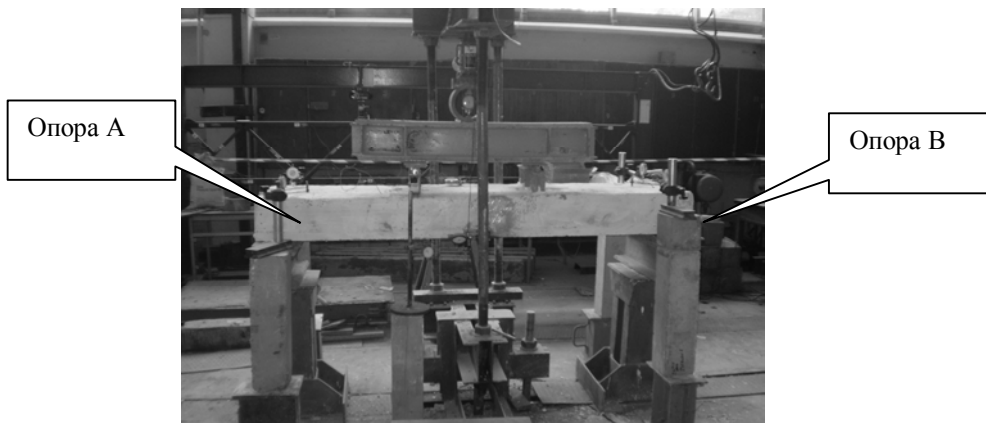


Рис. 2. Вигляд дослідної установки для випробування коротких збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття із використанням пінобетону

Для заміру абсолютних деформацій бетону й арматури використовували мікроіндикатори годинникового типу. Ці прилади розміщувалися із базою 100 мм по висоті поперечного перерізу досліджуваних плит з кроком 4 см.

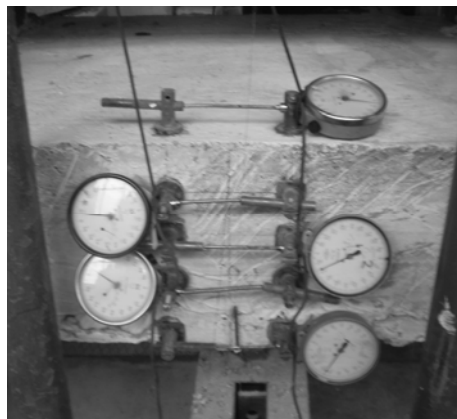


Рис. 3. Вигляд мікроіндикаторів, що використовувалися для заміру абсолютних деформацій важкого бетону та пінобетону по висоті поперечного перерізу дослідного зразка в середині прольоту

За результатами експериментальних досліджень відповідно до показів мікроіндикаторів побудовано епюри абсолютних деформацій для важкого бетону та пінобетону за висотою плити в середині прольоту (рис. 4–6).

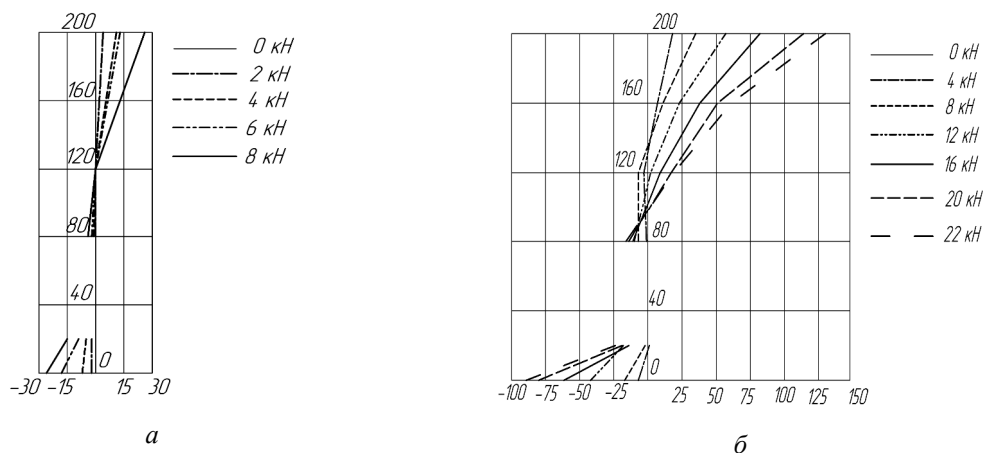
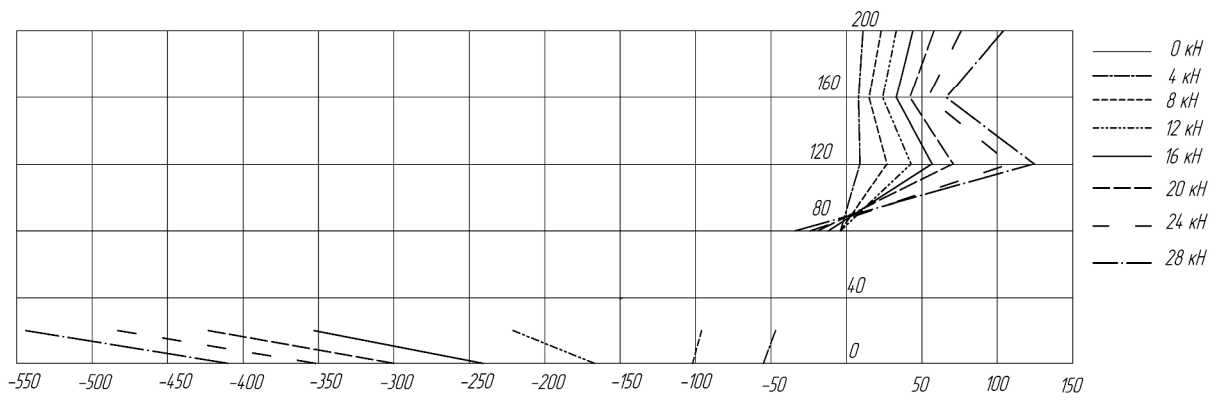
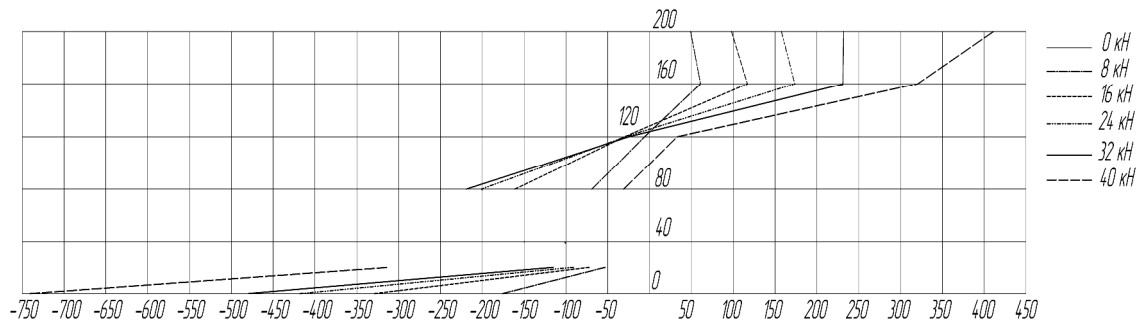


Рис. 4. Епюри абсолютних деформацій важкого бетону та пінобетону за висотою плити в середині прольоту: а – плита ПК-1; б – плита ПК-2

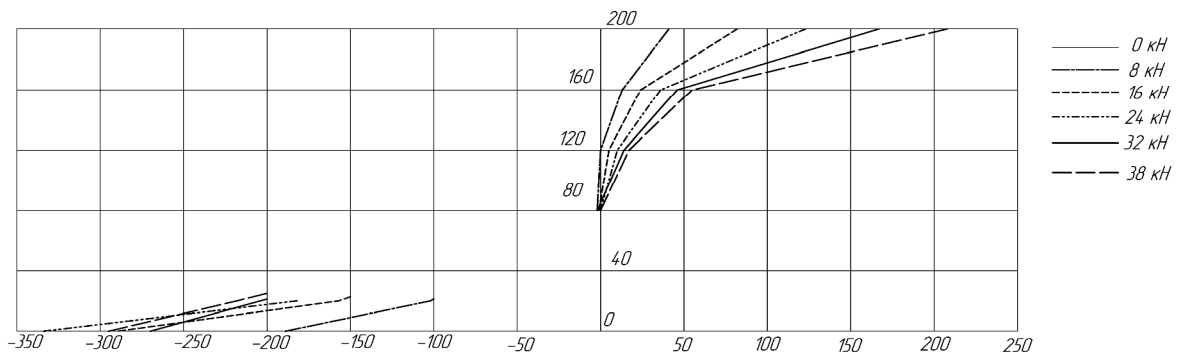


а

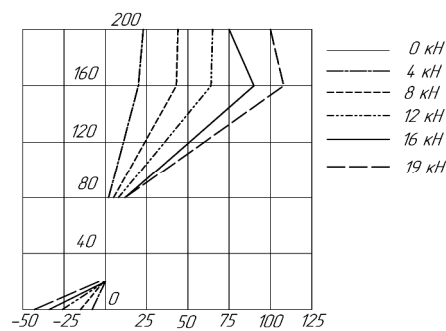


б

Рис. 5. Епюри абсолютних деформацій важкого бетону та пінобетону за висотою плити в середині прольоту: а – плита ПК-3; б – плита ПК-4



а



б

Рис. 6. Епюри абсолютних деформацій важкого бетону та пінобетону за висотою плити в середині прольоту: а – плита ПК-5; б – плита ПК-6

Аналізуючи вищенаведені графіки, можна судити про те, що:

– нейтральна вісь поперечного перерізу у досліджуваних плитних зразках знаходилася у процесі експерименту постійно у пінобетоні;

– епюру стиснутої зони пінобетону пропонується прийняти трикутною для плит серії I, а для плит серії II (плити ПК-3 та ПК-4) та плити ПК-6 – прямокутною;

– зразок ПК-5 зруйнувався на стику двох шарів пінобетону, оскільки бетонування досліджуваних плит виконувалося пошарово, про що засвідчують результати на рис. 7,д.

Вигляд дослідних плит після випробування наведено на рис. 7.

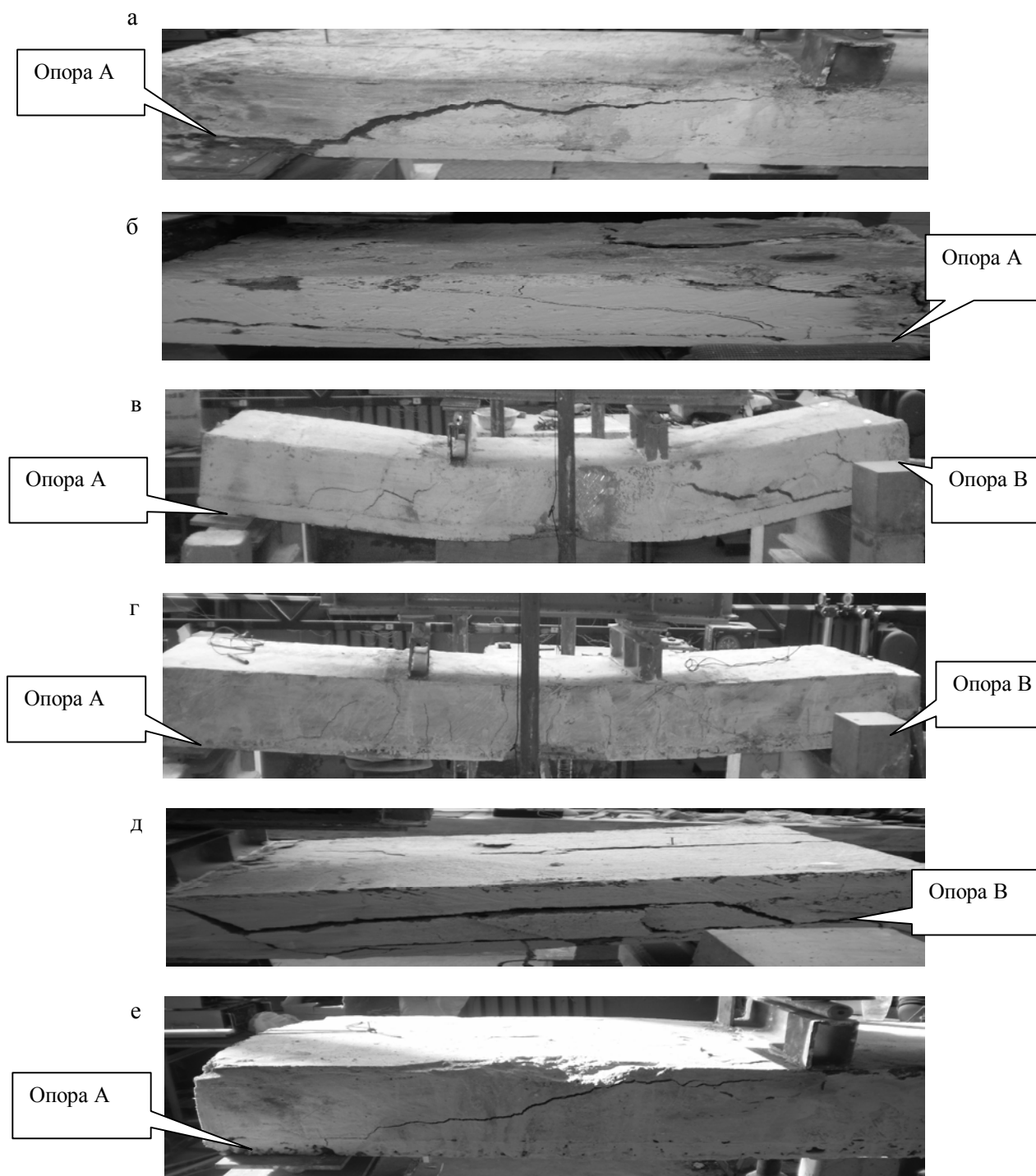


Рис. 7. Вигляд плит після випробування: а – плита ПК-1; б – плита ПК-2;
в – плита ПК-3; г – плита ПК-4; д – плита ПК-5; е – плита ПК-6

Характер поширення тріщин в плитах серії I та плитах серії III – подібний, міцність цих плит за похилим перерізом виявилась меншою, ніж за нормальним перерізом. Спостерігалось поширення похилих тріщин на ділянках між опорою та точкою прикладання сили – в зоні дії поперечної сили. Характер поширення тріщин в плиті ПК-4 є схожий із характером руйнування балки за нормальним перерізом, тобто тріщини розвиваються в зоні дії максимального моменту.

Міцність пінобетону на стиск визначали за результатами випробувань дванадцяти контрольних зразків-кубів (100x100x100 мм), які було випиляно із плит перекриття після випробування в місцях з не порушеною структурою пінобетону (таблиця). Випробування проводилим згідно із ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Результати цих досліджень наведено у таблиці.

Визначення кубикової міцності пінобетону

Марка плити	Геометричні розміри кубика, мм	Вага, кг	Об'ємна вага, кг/м ³		Марка пінобетону	Міцність кубиків $R_{вип}^{exp}$, МПа	
			одного	середнє значення		одного	середнє значення
ПК-1	110x110x110	0,874	656,65	793,32	D800	0,13	0,16
	100x110x100	1,023	930			0,21	
ПК-2	110x110x100	1,17	879,04			0,14	
ПК-3	100x100x115	0,85	739,13	745,51	D800	1,02	1,08
	105x110x115	0,964	725,77			0,78	
	95x100x115	0,878	803,66			1,24	
ПК-4	110x100x100	0,873	702,73			0,89	
	110x110x100	0,912	753,72			1,28	
	100x105x100	0,864	748,05			1,25	
ПК-5	100x105x100	1,105	1052,38	1143,01	D1100	2,1	2,64
	100x110x100	1,357	1233,64			2,74	
ПК-6	105x110x100	1,308	1132,47			3,07	

Висновки. 1. Руйнування плит ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5 та ПК-6 відбулося за похилими перерізами. Причиною цього руйнування може бути те, що поперечне армування є недостатнім, а також те, що поперечну арматуру було розміщено у плитах не перпендикулярно до повздовжньої осі.

2. Руйнування ж плити ПК-4 відбулося за нормальним перерізом. Тобто поліпропіленова фібра, яку використовували у цих плитах як додаткове дисперсне армування, збільшила міцність пінобетону на стиск, що дало змогу сприйняти більшу поперечну силу.

3. Важкий бетон плит перекриття знаходився у розтягнутій зоні, тому в розрахунках його не враховували.

4. Для розрахунку плит перекриття із використанням пінобетону марки D800 (без армування поліпропіленовою фіброю) пропонується прийняти стиснуту зону трикутною, а для розрахунку плит перекриття із використанням пінобетону марки D800 (з армуванням поліпропіленовою фіброю) або пінобетону марки D1000 (без армування поліпропіленовою фіброю) – прямокутною, що підтверджується виглядом епюр абсолютних деформацій у поперечному перерізі по середині прольоту плити.

1. Демчина Б.Г., Литвиняк О.Я., Давидюк О.В. Дослідження збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням пінобетону // Будівельні конструкції: Міжвідомчий наук.-техн. збірник наук. праць (будівництво). В 2-х кн. Кн. 1. – К., ДП НДІБК, 2011. – Вип.74. – С.160–166. 2. Портник А.А. Все о пенобетоне. – СПб., 2003. – 224 с. 3. Трамбовецкий В.П. Ячеистый бетон в современном строительстве // Технология бетонов. – 2007. – №2. – С. 30–33.