

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ КОРОТКИХ ЗБІРНО- МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗАВТОКЛАВНОГО ПІНОБЕТОНУ**

© Литвиняк О.Я., Демчина Б.Г., 2013

Наведено результати експериментальних досліджень коротких збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням безавтоклавного пінобетону при випробуванні на згин. Пропонуємо використовувати такі конструкції при спорудженні перекриттів у житловому та громадському будівництві.

**Ключові слова:** збірно-монолітне перекриття, короткі залізобетонні плити перекриття, безавтоклавний пінобетон, випробування на згин, залізобетон, поліпропіленова фібра.

**In this article are presented the results of experimental researches short collapsible-monolithic reinforced-concrete flags of ceiling with utilization non autoclaved foam concrete in test to crook. We propose use this construction in building flags of ceiling in apartment building and civil building.**

**Key words:** collapsible-monolithic ceiling, short reinforced-concrete flags of ceiling, non autoclaved foam concrete, test to crook, reinforced-concrete, fibre polypropylene.

### **Постановка проблеми**

Сучасний стрімкий розвиток будівництва спонукає до застосування «нових» матеріалів (пінобетону, газобетону та ін.) не лише як утеплювача, але й як конструкційний матеріал. Застосування безавтоклавного пінобетону дозволить зменшити матеріалоемність і собівартість будівництва та покращити екологічність й енергоощадність будівель.

Однак важливим є не лише застосування безавтоклавного пінобетону як конструкційно-теплоізоляційного матеріалу, але й поєднання його із важким бетоном та стрижневою арматурою, що дозволить утворити конструкцію, яка матиме ряд переваг при її застосуванні порівняно із традиційними.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Вивченням ніздрюватих матеріалів, зокрема пінобетону, займалися такі вчені, як В.В. Макаричев [6], М.І. Левін [5], К.М. Милейковская [6] та інші. Однак тематикою їхніх досліджень були фізико-механічні характеристики автоклавних ніздрюватих бетонів та типові конструкції із них. Проте ці типові конструкції мали суттєвий недолік, оскільки при проведенні автоклавної обробки у спеціальних установках за дії високої температури та вологості у них утворювалися усадкові тріщини, які негативно впливали на несучу здатність конструкцій.

Сьогодні ґрунтовно досліджують фізико-механічні характеристики ніздрюватих бетонів, в тому числі й пінобетонів та конструкцій із них, у Малайзії [9], Канаді, Європейському Союзі [8], Росії [7] та інших країнах.

В Україні проводилися дослідження фізико-механічних характеристик безавтоклавних пінобетонів [4], явища зчеплення безавтоклавного пінобетону із сталеву арматурою [1] та роботу на згин коротких збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття із використанням пінобетону [2, 3].

### **Формулювання мети дослідження**

Експериментально дослідити роботу коротких збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття із використанням безавтоклавного пінобетону і запропонувати сфери їхнього застосування.

## Викладення основного матеріалу

Короткі збірно-монолітні залізобетонні плити перекриття із використанням безавтоклавного пінобетону – це плити перекриття, які склалися із важкого бетону, безавтоклавного пінобетону та просторового арматурного каркаса у вигляді тригранної призми, нижні та верхній повздовжні арматурні стрижні з'єднані між собою поперечними арматурними стрижнями із утворенням прямокутних або трикутних ґраток (рис. 1).

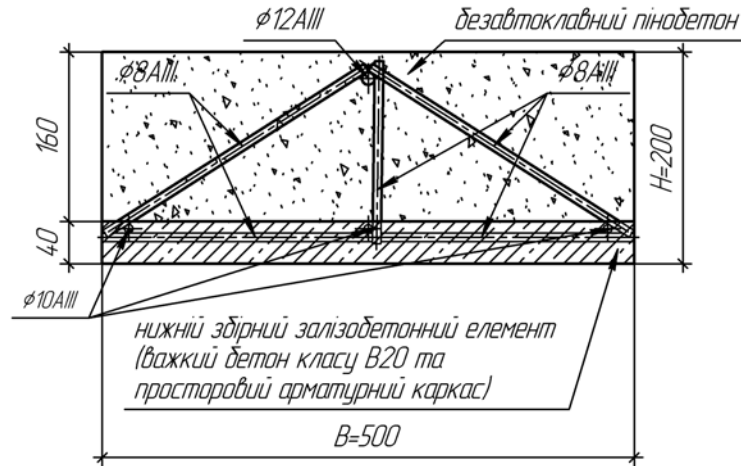


Рис. 1. Поперечний переріз короткої збірно-монолітної залізобетонної плити перекриття з використанням безавтоклавного пінобетону

Зразків плит було чотири, розміром  $L \times B \times H = 2100 \times 500 \times 200$  мм. Висота шару важкого бетону становила 40 мм, а просторовий арматурний каркас був виконаний із стрижневої арматури класу А-400С. Просторовий арматурний каркас та бетонування його нижньої грані шаром важкого бетону було виконано на заводі залізобетонних виробів №2 у місті Львові. Згодом у лабораторії кафедри будівельних конструкцій та мостів нижні збірні залізобетонні елементи плит було вкрито у дерев'яну опалубку та забетоновані безавтоклавним пінобетоном заввишки 160 мм. Залежно від марки пінобетону дослідні зразки плит було поділено на дві серії:

- серія I – плити марок ПК-7 та ПК-8 – пінобетон проектної марки D800, армований поліпропіленовою фіброю (довжина волокна поліпропіленової фібри становила  $L = 12$  мм);
- серія II – плити марок ПК-9 та ПК-10 – пінобетон проектної марки D1000 без армування поліпропіленовою фіброю.

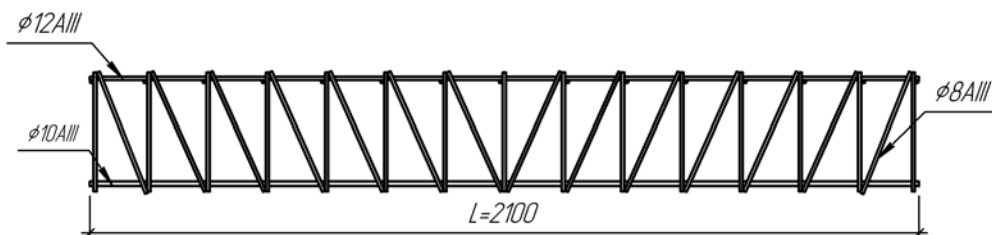


Рис. 2. Вигляд поперечного армування короткої збірно-монолітної залізобетонної плити перекриття з використанням безавтоклавного пінобетону

Оскільки руйнування попередніх коротких збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття із використанням безавтоклавного пінобетону пройшло по похилих перерізах [1, 2], то у дослідних плитах марок ПК 7-10 було удосконалено поперечне армування, як показано на рис. 2.

Експериментальні випробування дослідних зразків плит проводили як випробування балок на згин, що були оперті на дві опори – шарнірно рухому та шарнірно нерухому та завантажувалися двома зосередженими силами. Навантаження на дослідні зразки прикладалися за допомогою гідравлічного домкрата величиною  $P$  та через розподільчу траверсу симетрично розподілялося у третинах прольоту величиною по  $0,5P$  (рис. 3).

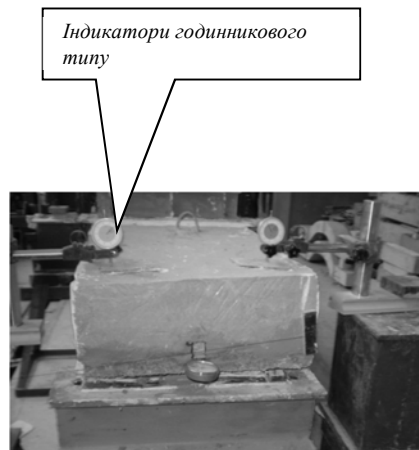
Під час проведення випробувань зразків на згин було отримано значення прогинів по середині прольоту плит (вимірювалися за допомогою прогиноміра Аїстова) (рис. 4, а) та осідання опор (вимірювалися за допомогою індикаторів годинникового типу із ціною поділки 0,001 мм) (рис. 4, б).



Рис. 3. Вигляд дослідної установки



а



б

Рис. 4. Прилади, що були використані під час проведення експериментальних досліджень: а – прогиномір Аїстова; б – індикатор годинникового типу із ціною поділки 0,001 мм

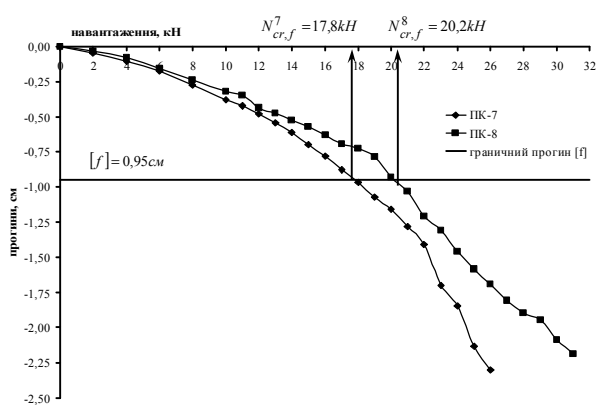


Рис. 5. Експериментальні залежності прогинів плит ПК-7 та ПК-8

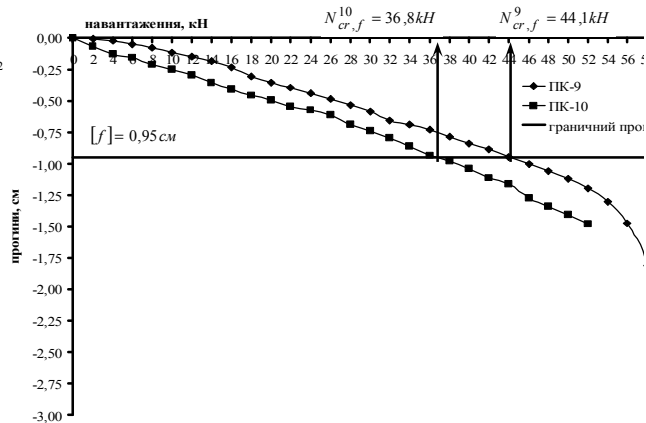


Рис. 6. Експериментальні залежності прогинів плит ПК-9 та ПК-10

## Характеристики дослідних зразків-призм та результати їх випробувань

Марка плити	Значення навантаження, за якого відбулося фізичне руйнування плити $N_u$ , кН	Значення руйнівного навантаження при досягненні гранично допустимого прогину $N_{cr,f}$ , кН	Середнє значення руйнівного навантаження $N_{cr,f}$ , кН	$\frac{N_{cr,f}^{9,10}}{N_{cr,f}^{7,8}}$
ПК-7	26	17,8	19	2,1
ПК-8	31	20,2		
ПК-9	60	44,1	40,45	
ПК-10	52	36,8		

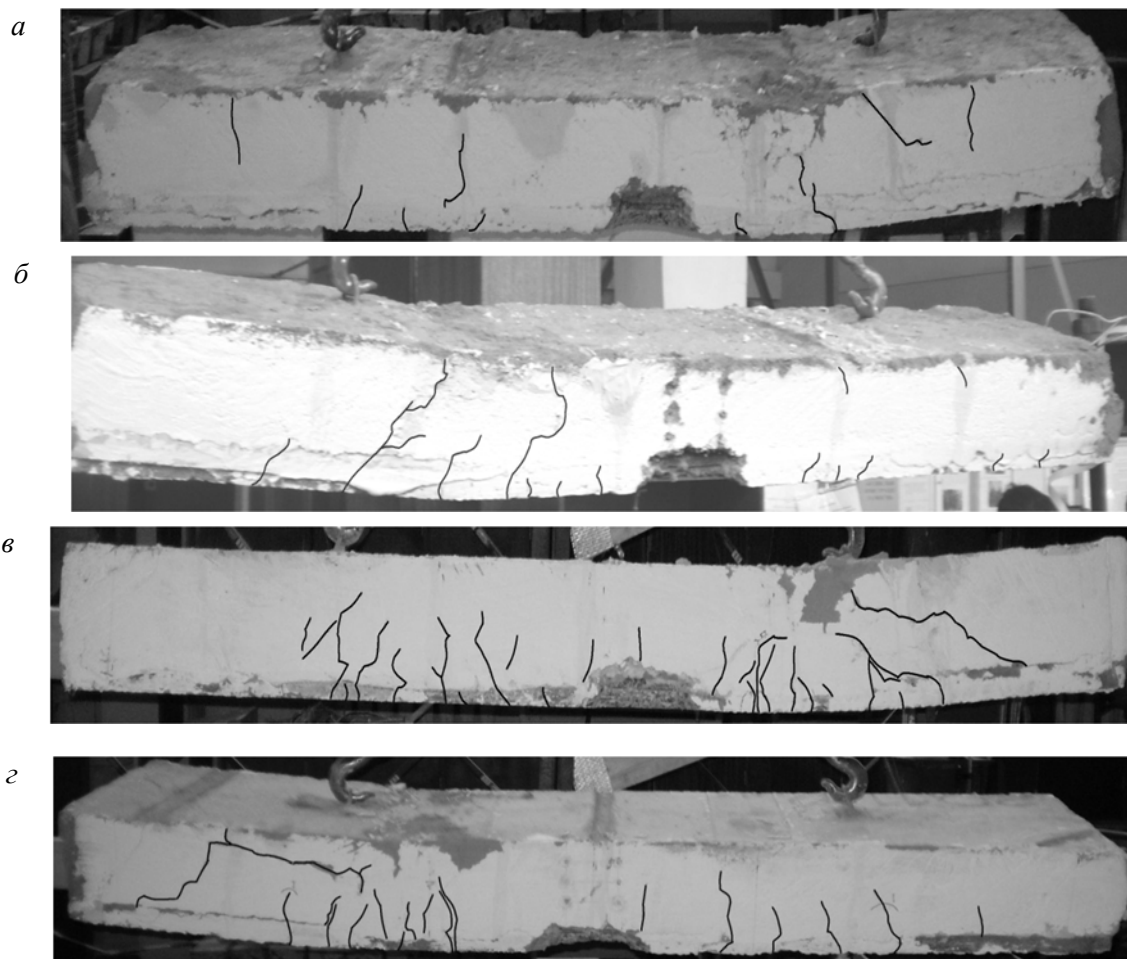


Рис. 7. Вигляд плит після випробування:  
а – плита ПК-7; б – плита ПК-8; в – плита ПК-9; г – плита ПК-10

## Визначення кубикової міцності пінобетону

Марка плити	Геометричні розміри кубика, мм	Вага, кг	Об'ємна вага, кг/м <sup>3</sup>		Марка пінобетону	Міцність кубиків $R_{вип}^{exp}$ , МПа	
			одного	середнє значення		одного	середнє значення
1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-7	100x95x98	789,33	847,83	794,89	D800	1,02	0,998
	105x100x100	751,51	715,73			0,92	
	95x98x102	864,95	910,84			1,06	

1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-8	100x100x105	903,51	765,24			1,05	
	98x96x100	779,87	828,95			0,96	
	97x105x100	713,7	700,74			0,98	
ПК-9	105x98x96	1025,57	1038,19	1015	D1000	2,07	2,18
	100x98x95	1015,85	1091,13			2,38	
	100x100x100	1064,45	1064,45			2,25	
ПК-10	102x100x95	952,67	983,14			2,13	
	100x105x100	967,24	921,18			2,04	
	96x95x100	933,22	991,94			2,22	

### Висновки

1. Пропонуємо використовувати короткі збірно-монолітні залізобетонні плити перекриття із використанням безавтоклавного пінобетону проектної марки D1000 та проектної марки D800 із армуванням поліпропіленовою фіброю при спорудженні перекриттів будівель житлового та громадського призначення під характеристичне навантаження до  $2\text{кН/м}^2$ .

2. Руйнування всіх дослідних зразків відбулося за нормальним перерізом. Застосований у дослідних плитах підхід до підбору поперечної арматури дав позитивний результат, через що руйнування по поперечних перерізах не відбулося.

3. Важкий бетон дослідних зразків постійно знаходився у розтягнутій зоні до моменту руйнування.

4. Результати проведених досліджень дали змогу визначити величини експериментальних значень граничних навантажень: 19 кН (для плит марок ПК-7 та ПК-8) та 40,45 кН (для плит марок ПК-9 та ПК-10), розходження між цими величинами було 2,1 разу. Тому застосування пінобетону вищої марки є значно ефективнішим, ніж додавання поліпропіленової фібри у пінобетон меншої марки за умов, коли процес тужавіння безавтоклавного пінобетону відбувається за низької температури або різкого перепаду температури.

1. Верба В.Б. Контакт пінобетону із арматурою: вивчення явища, його моделювання та стабільність роботи в зоні зчеплення / В.Б. Верба, Б.Г. Демчина // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2008. – № 627. – С. 22–27. 2. Демчина Б.Г. Експериментальні дослідження коротких збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням пінобетону / Б.Г. Демчина, О.Я. Литвиняк, Ю.М. Кунанець // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2012. – № 737. – С. 78–84. 3. Демчина, Б.Г. Робота на згин коротких збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням пінобетону / Б.Г. Демчина, О.Я. Литвиняк // Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка – Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. – 2012. – № 5(35). – С. 66 – 71. 4. Демчина Х.Б. Дослідження міцності пінобетону на центральний розтяг / Х.Б. Демчина, В.Р. Хміль, П.М. Коваль // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2012. – № 742. – С. 65–70. 5. Кривицкий М.Я. Ячеистые бетоны (технология, свойства и конструкции) / М.Я. Кривицкий, Н.И. Левин, В.В. Макаричев. – М: Стройиздат, 1972. – 137 с. 6. Макаричев, В.В. Исследование армированных конструкций из ячеистых бетонов / В.В. Макаричев, К.М. Милейковская. – М: Госстройиздат, 1963. – 99 с. 7. Портник А.А. Все о пенобетоне. – СПб., 2003. – 224 с. 8. Трамбовецкий В.П. Ячеистый бетон в современном строительстве // Технология бетонов, 2007 – №2. – С. 30–33. 9. Mohd Zairul Affindy Behavior of Foamed Concrete under Quasi State Indentation Test: Indenter Size Effects / Mohd Zairul Affindy, Ahmad Mujahid Ahmad Zaidi, Ismail Abdul Rahman // International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology. – April 2010. – Vol. 1 – №1 – P. 58–72.