

¹Х.Б. Демчина, ²П.О. Голик, ²В.В. Волоцюга
Національний університет “Львівська політехніка”,
¹кафедра будівельного виробництва,
²кафедра будівельних конструкцій та мостів

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ПІНОБЕТОНУ НА ЦЕНТРАЛЬНИЙ РОЗТЯГ

© Демчина Х.Б., Голик П.О., Волоцюга В.В., 2013

Подано результати експериментальних досліджень пінобетонних призм та вісімок на центральний розтяг.

Ключові слова: пінобетон, вісімки, призми, розтяг.

In this article there are presented results of experimental researches foam concrete eight and prism of central stretch forced.

Key words: foam concrete, eight, prism, stretch forced.

Постановка проблеми. Сьогодні близько 25 % від усіх бетонів будівельної галузі займають будівельні розчини М25-75, а також бетони до В10 включно.

Будівельна галузь потребує збільшення застосування у будівництві конструкцій з пінобетону (ПБ), для зменшення ваги конструкцій, розширення знань про характеристики пінобетону, а також його спільну роботу з іншими матеріалами.

Границю міцності за осьового розтягу використовують насамперед під час розрахунку конструкцій та споруд, до яких висуваються вимоги щодо продавлювання та тріщиностійкості.

Відомо, що істотний вплив на міцність має підбір складу ПБ, технологія виготовлення, умови тверднення, характеристики окремих компонентів (цементу, піску), співвідношення води і цементу тощо. Тому вивчення фізико-механічних характеристик ПБ має особливий практичний інтерес.

Мета дослідження – розширити знання про міцність ПБ на центральний розтяг залежно від складу та технології його виготовлення, а також встановити вплив різних геометричних розмірів дослідних зразків на результати випробувань.

Експериментальні дослідження. Виготовлення дослідних зразків відбувалося у лабораторії кафедри будівельного виробництва і будівельних конструкцій та мостів. Для виготовлення зразків використовувався цемент марки М500. Технологія виготовлення ПБ полягала у змішуванні заздалегідь підготовленої піни з цементно-пісчанним розчином. Концентрат піноутворювача і вода для приготування піни, дозована в об’ємі, змішувались, одержуючи піноутворювач для ПБ. Піноутворювач надходив у піногенератор для одержання піни. У бетонозмішувач заливалась вода, цемент і пісок – по масі, та готувався цементно-пісчаний розчин. Потім до нього додавалась піна з піногенератора і все це перемішувалась протягом 10–20 хв. Далі ПБ транспортувався до місця укладання – в опалубку.

Форма і номінальні розміри зразків для визначення міцності на центральний розтяг були взяті з ДСТУ Б В.2.7.-214:2009 “Методи визначення міцності за контрольними зразками”. Характеристики дослідних зразків вісімок та призм з ПБ показано на рис. 1.

Специфікації виготовлених зразків пінобетонних елементів наведено у табл. 1, 2.

Маркування зразків прийнято таким:

- В.2.15.12 – вісімка, друга, розміром поперечного перерізу 150x150 мм, проектною марки ПБ D1200.
- П.1.10.8 – призма, перша, розміром поперечного перерізу 100x100 мм, проектною марки ПБ D800.

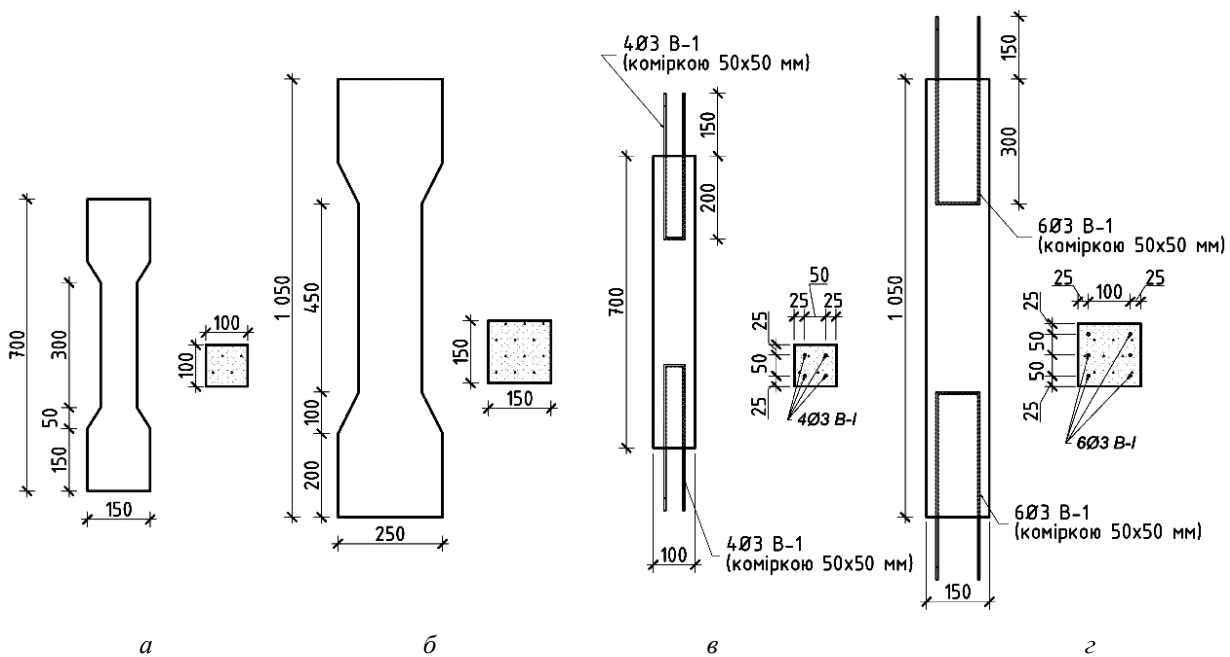


Рис. 1. Зразки для визначення міцності ПБ на осьовий розтяг:
 а – вісімка поперечним перерізом 100x100 мм; б – вісімка поперечним перерізом 150x150 мм;
 в – призма поперечним перерізом 100x100 мм; г – призма поперечним перерізом 150x150 мм

Таблиця 1

Специфікація дослідних зразків вісімок

Марка зразка	Проектна марка пінобетону	Розміри зразків, мм			Маса зразка, кг	Об'ємна вага, кг/м ³	Марка бетону зразка по густині	
		a	b	l			одного	середня
В.1.15.8	800	153	250	1048	24,820	803,75	800	1100
В.2.15.8		156	250	1044	34,990	1133,80	1100	
В.1.10.8		102	147	697	10,925	1288,32	1300	
В.2.10.8		101	147	698	11,380	1331,0	1300	
В.1.15.12	1200	152	250	1046	38,180	1257,16	1300	1400
В.2.15.12		155	250	1055	31,408	1000,89	1000	
В.1.10.12		105	148	700	14,190	1584	1600	
В.2.10.12		106	152	697	13,685	1533	1500	

Таблиця 2

Специфікація дослідних зразків призм

Марка зразка	Проектна марка пінобетону	Розміри зразків, мм			Маса зразка, кг	Об'ємна вага, кг/м ³	Марка бетону зразка по густині	
		a	b	h			одного	середня
П.1.10.8	800	100	100	700	7,810	1115	1100	1000
П.2.10.8		100	104	702	7,462	1066	1000	
П.1.15.8		150	158	1049	24,580	989	1000	
П.2.15.8		150	155	1048	24,070	988	1000	
П.1.15.10	1000	149	156	1051	28,702	1175	1100	1100
П.2.15.10		151	156	1053	27,910	1125	1100	
П.1.15.12	1200	151	155	1051	34,503	1403	1400	1300
П.2.15.12		152	157	1052	30,470	1214	1200	
П.1.10.12		101	109	703	10,130	1309	1300	
П.2.10.12		98	112	698	10,180	1329	1300	

Перед випробуванням зразки призм та вісімок візуально оглядались для виявлення дефектів у вигляді околів ребер, раковин та чужорідних включень. Зразків, які мали тріщини, сколи ребер завглибшки більше 10 мм, раковини – діаметром більше 10 мм і заглибини – більше 5 мм, а також слідів розшарування та недоуцільнення бетонної суміші не виявлено.

Перед випробуваннями зразки зважували з метою визначення їх середньої густини за ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Для зразків призм від отриманої густини віднімали густину арматури.

Випробування проводились на спеціальному стенді. Навантаження на зразок створювалося 3-тонним домкратом та передавалось на спеціальні пластини через пружинний динамометр, який фіксував величину розтягувального навантаження, що передавалось на призми.

Схему стенда для проведення випробувань дослідних зразків на осьовий розтяг показано на рис. 2.

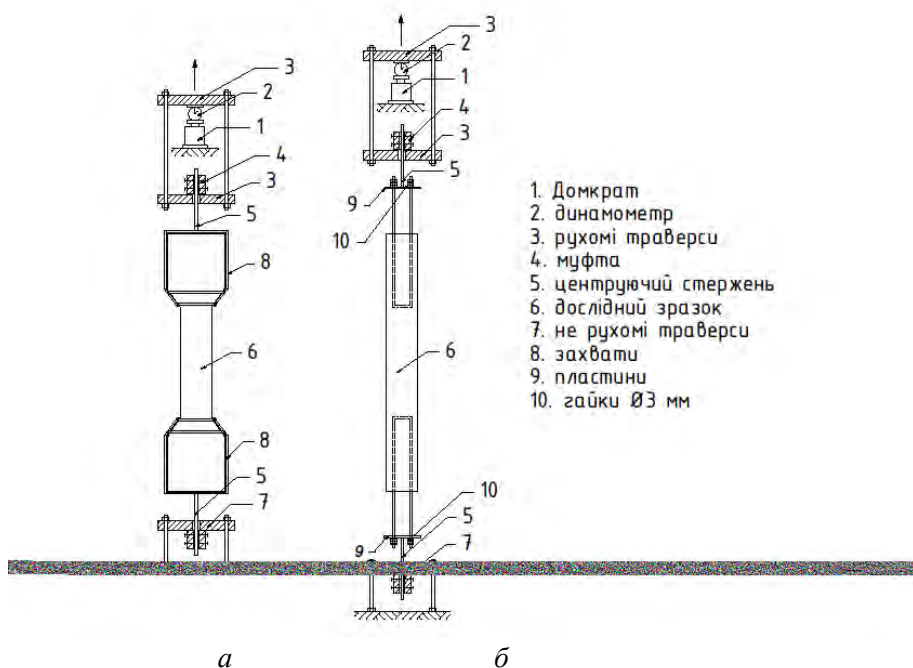


Рис. 2. Схема стенда для проведення випробувань ПБ зразків на осьовий розтяг: а – вісімок; б – призми

Зовнішній вигляд дослідних зразків після випробувань показано на рис. 3.

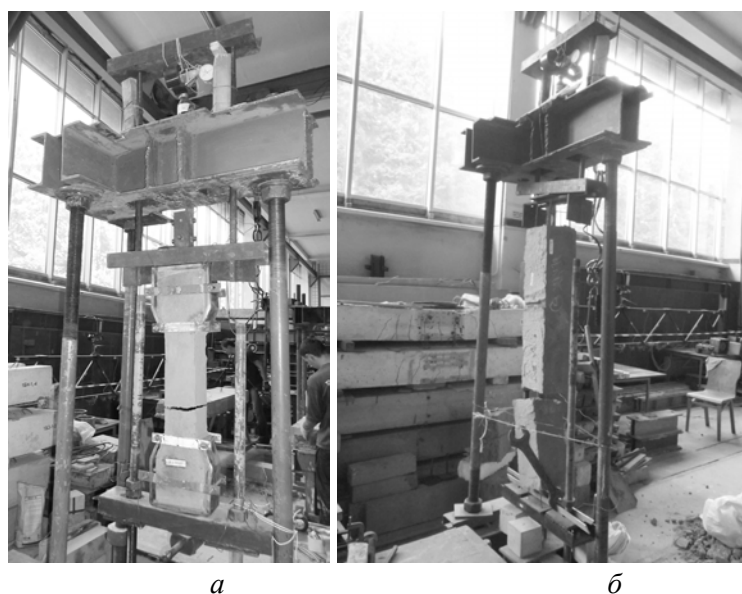


Рис. 3. Зовнішній вигляд дослідних зразків після випробувань: а – вісімка марки В.1.10.8; б – призма марки П.2.15.12

Навантаження на зразок подавали неперервно аж до руйнування зі швидкістю зростання напруження у межах від 0,6 до 1,0 МПа за секунду.

Результати випробувань не враховували, якщо руйнування зразка відбулось не у робочій зоні або площина руйнування зразка нахилена до його горизонтальної осі більше ніж на 15°.

У цьому випадку в журналі випробувань відзначали, що характер руйнування відбувся за однією із дефектних схем, міцність зразка виходила заниженою і для визначення середньої міцності бетону отриманий результат не враховувався.

Як базовий зразок за усіх видів випробувань приймали зразки з розміром робочого перерізу 150x150 мм. Міцність пінобетону на осьовий розтяг розраховувалась за формулою

$$f_{c,tk} = \frac{\beta \cdot F \cdot k_w}{A}, \quad (1)$$

де F – руйнівне навантаження; A – площа поперечного перерізу зразка; k_w – поправковий коефіцієнт для ніздрюватого бетону, який враховує вологість зразків на момент випробувань; β – поправковий коефіцієнт для приведення міцності пінобетону до міцності у зразках базового розміру та форми.

Результати випробувань зразків вісімок на осьовий розтяг наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Результати випробувань пінобетонних вісімок на осьовий розтяг

Маркування	Густина кг/м ³	Сер. густина серії кг/м ³	Сер. густина марок кг/м ³	Маса частини вологого зразка, тв, кг	Маса сухого зразка, тс, кг	Вологість за масою Wm, %	Коеф. Kw	Коеф. β	Площа робочого перерізу A, см ²	Руйнівне навантаження розтягу F, кг	Міцність на осьовий розтяг f _{c,tk} , МПа	Сер. значення міцності на осьовий розтяг f _{c,tk} , МПа
V.1.10.8	1279	1300	1150	3,940	3,680	7,06	0,94	0,92	100	180,8	0,16	0,2
V.2.10.8	1331			4,210	3,950	6,58	0,93	0,92	96,96	270,8	0,24	
V.1.15.8	827	1000		2,455	2,270	8,15	0,96	1,00	221,92	212,5	0,09	0,09
V.2.15.8	1147			1,965	1,800	9,17	0,98	1,00	223,3	200	0,09	
V.1.10.12	1584	1550	1350	4,623	4,525	2,17	0,84	0,92	101,85	1038	0,79	0,745
V.2.10.12	1528			5,545	5,280	5,02	0,90	0,92	105,84	896	0,7	
V.1.15.12	1281	1150		3,190	2,930	8,87	0,97	1,00	221,85	654	0,29	0,265
V.2.15.12	1010			4,245	4,150	2,29	0,84	1,00	232,36	654	0,24	

Результати випробувань ПБ призм на осьовий розтяг наведено у табл.4.

Таблиця 4

Результати випробувань пінобетонних призм на осьовий розтяг

Маркування	Густина кг/м ³	Сер. густина серії кг/м ³	Сер. густина марок кг/м ³	Маса частини вологого зразка, тв, кг	Маса сухого зразка, тс, кг	Вологість за масою Wm, %	Коеф. Kw	Коеф. β	Площа робочого перерізу A, см ²	Руйнівне навантаження розтягу F, кг	Міцність на осьовий розтяг f _{c,tk} , МПа	Середня міцність на осьовий розтяг f _{c,tk} , МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
П.1.10.8	1116	1090	1040	0,880	0,810	8,64	0,97	0,92	100	63	0,056	0,049
П.2.10.8	1066			0,910	0,860	5,81	0,91	0,92	104	50	0,041	
П.1.15.8	989			990	1,490	1,380	7,97	0,95	1	237	125	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
П.2.15.8	988			2,070	1,890	9,52	0,99	1	232.5	150	0.064	
П.1.15.10	1175	1150	1150	2,330	2,200	5,91	0,91	1	232.4	288	0.114	0,194
П.2.15.10	1125			0,890	0,835	6,59	0,93	1	235.6	692	0.274	
П.1.10.12	1309	1320	1315	1,920	1,820	5,49	0,91	0,92	110.1	550	0.418	0,314
П.2.10.12	1329			1,850	1,730	6,94	0,93	0,92	109.8	267	0.210	
П.1.15.12	1403	1310	1315	2,680	2,550	5,10	0,90	1	234	1092	0.421	0,336
П.2.15.12	1214			2,420	2,220	9,01	0,98	1	238.6	613	0.252	

Отримавши значення руйнівного навантаження зразків, була розрахована міцність на осьовий розтяг та побудовані графіки залежності її від густини пінобетону (рис. 4).

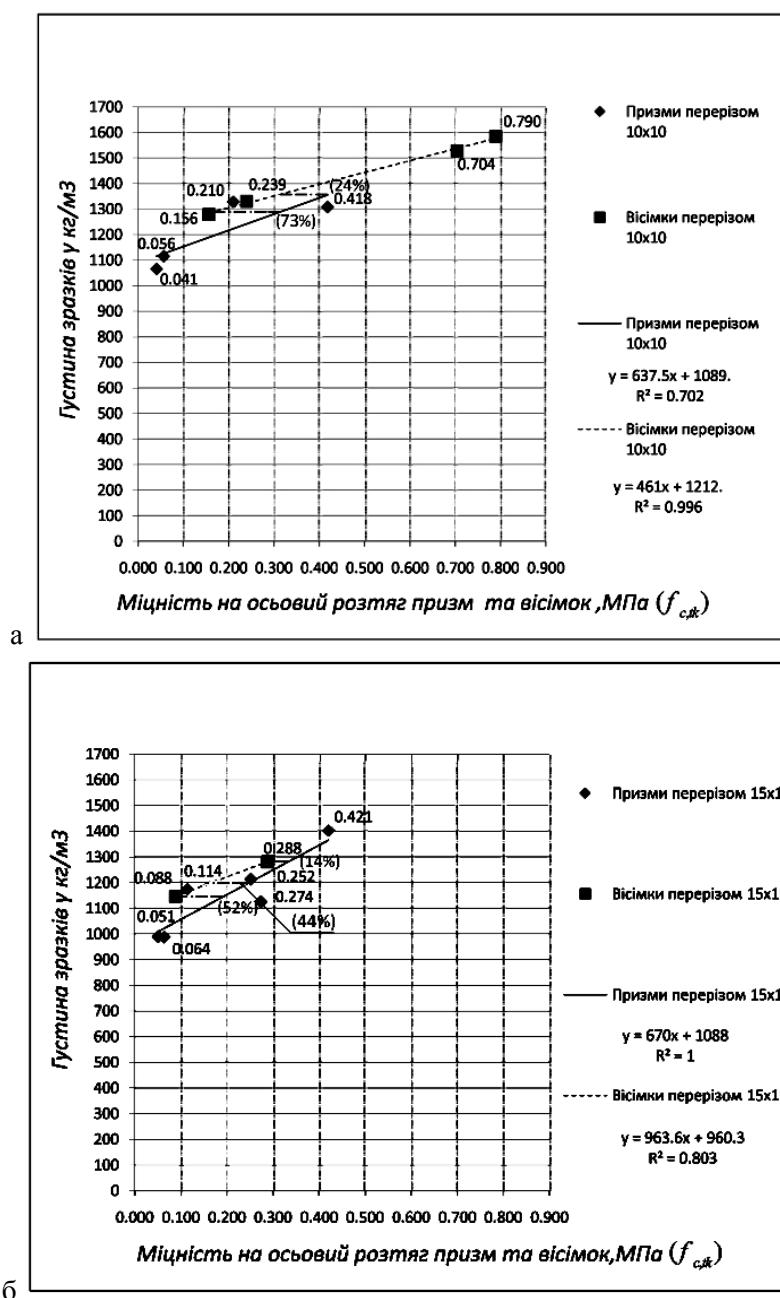


Рис. 4. Експериментальні залежності міцності пінобетонних елементів від густини: а – для зразків поперечним перерізом 150x150 мм; б – для зразків робочим перерізом 100x100 мм

Висновки: 1. Отримано експериментальні залежності між міцністю пінобетону на осьовий розтяг та його густиною для пінобетонів марок D 1000 – D 1400.

2. За результатами проведених досліджень встановлено, що марка пінобетону, вигляд та розміри дослідних зразків істотно впливають на міцність, його осьовий розтяг, а саме:

– вісімки перерізом 100x100 мм показали меншу міцність на 79 % за густини 1300 кг/м³ порівняно зі зразками вісімок поперечним перерізом 150x150 мм;

– призми перерізом 100x100 мм показали меншу міцність на осьовий розтяг порівняно зі зразками призм поперечним перерізом 150x150 мм, за густини 1200 кг/м³ на 21 % за густини 1300 кг/м³ на 6 %;

– зразки призм поперечним перерізом 150x150 показали вищу міцність на 44 % за густини дослідних зразків 1200 кг/м³ порівняно з вісімками поперечним перерізом 150x150 мм;

– зразки призм поперечним перерізом 100x100 показали вищу міцність на 73 % за густини дослідних зразків 1300 кг/м³ порівняно з вісімками поперечним перерізом 100x100 мм.

1. ДСТУ Б В.2.7-214:2009 “Методи визначення міцності за контрольними зразками”. – К.: Мінрегіонбуд України.

УДК 691.327.333+539.382+539.554

¹Х.Б. Демчина, ²В.Р. Хміль, ³П.М. Коваль

Національний університет “Львівська політехніка”,

¹кафедра будівельного виробництва,

²кафедра будівельних конструкцій і мостів,

³Національна академія образотворчого мистецтва та

архітектури,

кафедра архітектурних конструкцій

ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ ПІНОБЕТОНУ НА РОЗТЯГ ПІД ЧАС РОЗКОЛЮВАННЯ

© Демчина Х.Б., Хміль В.Р., Коваль П.М., 2013

Проведено лабораторні випробування за стандартною методикою дослідження пінобетону з визначення міцності його на розтяг під час розколювання за контрольними зразками. Наведено результати експериментальних досліджень випробування пінобетонних вісімок, призм і циліндрів звичайних та з додатковим стрижневим армуванням на розколювання. Знайдено залежності міцності на розтяг під час розколювання від марки пінобетону за густиною.

Ключові слова: пінобетон, міцність, розтяг під час розколювання, руйнування, стрижнєве армування.

The laboratory tests were made in accordance with the standard methods of foam concrete research to determine its tensile strength when splitting with control samples. An article presents the results of experimental studies testing ordinary foam concrete eights, prisms and cylinders, and with an additional reinforcing rod. Were found dependences on tensile strength at splitting the brand foam concrete according to density.

Key words: foam concrete, strength, elongation at splitting, fracture, rod reinforcement.

Постановка проблеми. Сьогодні необхідне застосування нових, легких і ефективних будівельних матеріалів, які можна застосовувати у будівництві. Одним з таких малодосліджених і перспективних матеріалів є пінобетон, який кожного разу використовується все частіше.