

## ПІНОБЕТОН ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ОСНОВ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ

Мартинов В.І., к.т.н., доцент ОДАБА, м.Одеса

Фаль А.Є., к.т.н., ДерждорНДІ, м. Київ

Кушнір О.В., ДерждорНДІ, м. Киев

Проведені випробування довели, що ми можемо одержати пінобетон необхідної міцності для влаштування основ дорожнього одягу і регулювати реологічні і фізико-механічні властивості пінобетону.

Дуже специфічний на стан доріг є вплив зимових умов, що призводить до ожеледиці, теплотехніка якого складна і ще не достатньо вивчена.

Наслідком цього є швидке руйнування покриття автомобільних доріг. При цьому доводиться частіше ремонтувати покриття дорожнього одягу, міжремонтні терміни скорочуються, тому збільшуються витрати на утримання і подальший ремонт дорожнього одягу [1].

Важливе значення для дорожньої конструкції має теплоізоляція, яка перешкоджає надмірному охолодженню і нагріву покриття, згладжує добові перепади температури на його поверхні.

Пінобетон має ряд переваг перед іншими теплоізоляційними матеріалами:

- можливість його отримання в польових умовах (безпосередньо на місці влаштування);
- повна механізація процесу отримання і розподілу по поверхні;
- мінімальна теплопровідність в порівнянні з відомими теплоізоляційними матеріалами.
- основні фізико-механічні властивості пінобетону - теплопровідність, міцність, водопроникність - можна регулювати шляхом зміни кратності піни в широкому діапазоні.

В дорожньому будівництві інтерес до такого матеріалу, як пінобетон обумовлений:

- спрощенням традиційної технології бетонування, що застосовувалася при будівництві дорожнього одягу автомобільних доріг;
- пошуком методів будівництва дорожнього одягу, як альтернативи використання бітумоутримуючих шарів у зв'язку з підвищенням цін на нафтопродукти;



- розвитком способів зміцнення ґрунтів і отриманням композитних матеріалів на основі відходів промисловості;

- можливістю використання місцевих дорожньо-будівельних матеріалів при будівництві автомобільних доріг в конструкціях дорожнього одягу;

- економією транспортних витрат при влаштуванні шарів основ дорожнього одягу в безкамяних районах.

Використання пінобетону для дорожньої основи не так широко розвинуто у світі, але у країнах, де величезні території складаються з м'якого ґрунту, даний матеріал знаходить все більше застосування. Безумовно, що використання неавтоклавного пінобетону для дорожніх основ в Україні повинно бути обґрунтовано техніко-економічним розрахунком.

Конструкції дорожнього одягу з шарами з пінобетонних сумішей повинні:

– забезпечувати необхідну міцність і довговічність під дією руху транспортних засобів і впливу природнокліматичних чинників;

– забезпечувати рівність і отримання високих транспортно-експлуатаційних показників дорожнього одягу при їх влаштуванні з мінімальною витратою матеріалів;

– можливість комплексної механізації робіт з урахуванням місцевих виробничих умов.

В лабораторії кафедри виробництва будівельних виробів і конструкцій Одеської державної академії будівництва і архітектури, фахівцями академії спільно з фахівцями Державного дорожнього науково-дослідного інституту були проведені експериментальні роботи по визначенню впливу рецептурно-технологічних чинників на фізико-механічні властивості неавтоклавного пінобетону.

Було розроблено 15 серій з різних складів пінобетонної суміші з яких заформовані зразки-циліндри і балочки. В результаті реалізації експерименту були визначені фізико-механічні характеристики пінобетону (середня густина в сухому стані, міцність при стисненні в сухому і водонасиченому стані, технологічна вологість і водопоглинання) [3] і складової розчину (міцність при стисненні і розтягуванні при згині). Матриця планування і результати експерименту приведені в таблиці 2.

В якості незалежних змінних були прийняті: вміст наповнювача, діаметр розпливу розчину по віскозиметру Сутгарда і густина пінобетонної суміші [4,5]. Повні відомості про змінні чинники, їх рівні і інтервали варіювання приведені в таблиці 1.



Таблиця 1 – Чинники, їх рівні і інтервали варіювання

Найменування чинника	Код чинника	Од. вимірювання	Рівні варіювання			Інтервал варіювання
			-1	0	+1	
X1 – вміст заповнювача	Н	поділ. од	0,3	0,5	0,7	0,2
X2 – діаметр розпливу розчину	Д	мм	200	250	300	50
X3 – густина пінобетонної суміші	З	кг/м <sup>3</sup>	900	1150	1400	250

Таблиця 2 – Матриця планування і результати експерименту

№ п/п серії	Чинники			Властивості			
	1	2	3	Середня густина пінобетону, кг/м <sup>3</sup>	Міцність пінобетону, кг/см <sup>2</sup>	Вологість пінобетону, %	Водопоглинання пінобетону, %
	Н	Д	З				
1	-	+	-	637	10	14,6	46,8
2	+	-	-	718	7	12,3	32
3	-	+	-	792	16	14,9	26,5
4	+	-	-	769	7	12,2	31,9
5	-	+	+	1226	51	11	10,7
6	+	-	+	1177	34	12,3	17,2
7	-	+	+	1212	37	14,2	19,4
8	+	-	+	1160	31	12,3	17,5
9	-	0	0	986	33	15,5	20
10	+	0	0	1026	17	13,4	19,6
11	0	-	0	921	27	13,2	16,8
12	0	+	0	1071	30	14,3	18,6
13	0	0	-	735	9	16	34,3
14	0	0	+	1217	43	12,2	17,3
15	0	0	0	1067	29	14,3	18,4



При визначенні впливу рецептурно-технологічних чинників на фізико-механічні властивості неавтоклавного пінобетону ми прагнули одержати міцність пінобетону яка б була більше, або дорівнювала 4,6 МПа (B5) (табл.3), як видно з таблиці 2 нам це вдалося.

Таблиця 3 – Міцність пінобетону  $R_b$  і міцність пінобетону на розтяг  $R_{bt}$  (з округленням) залежно від класу бетону за міцністю на стиск B [6]

Міцність пінобетону	Міцність пінобетону на стиск $R_b$ і розтяг $R_{bt}$ МПа, при класі бетону за міцністю на стиск									
	B1	B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	15
Міцність на стиск, $R_b$	<u>0,95</u> 9,69	<u>1,40</u> 14,3	<u>1,90</u> 19,4	<u>2,4</u> 24,5	<u>3,3</u> 33,7	<u>4,60</u> 46,9	<u>6,9</u> 70,4	<u>9,0</u> 91,8	<u>10,5</u> 107	<u>11,5</u> 117
Міцність на розтяг при згині, $R_{bt}$	<u>0,14</u> 1,43	<u>0,22</u> 2,24	<u>0,26</u> 2,65	<u>0,31</u> 3,16	<u>0,41</u> 4,18	<u>0,55</u> 5,61	<u>0,63</u> 6,42	<u>0,89</u> 9,08	<u>1,00</u> 10,2	<u>1,05</u> 10,7

Примітки: 1. Над ризкою приведені розрахункові міцності в МПа, під ризкою - розрахункові міцності в кгс/см<sup>2</sup>; 2. Величини нормативних міцностей пінобетонів дані для стану середньої вологості пінобетону 10 % (по масі).

Після проведеного аналізу [5] ми прийшли до оптимального складу, який представлений в табл.4 і має фізико механічні властивості представлені в табл. 5

Таблиця 4 – Витрат матеріалів на 1 м<sup>3</sup> пінобетону густиною 1200 кг/м<sup>3</sup>

Матеріали	Пінобетон Густиною 1200 кг/м <sup>3</sup> (D1200)
Цемент, кг	700
Пісок, кг	380
Вода, л	280
Піноутворювач, л	3,0
С-3, кг	3,5
В/Ц	0,4
Діаметр розпливу	205-215



Таблиця 5 – Основні фізико-механічні властивості

Міцність на стиск (28 діб), МПа	13,9
Міцність при згині (28 діб), МПа	1,39
Міцність водонасичених зразків (40x40x160), МПа	<b>0,73</b>
Сорбцій на вологість, %	8,78
Водопоглинання, %	<b>15,93</b>
Модуль пружності (90 діб), МПа	<b>2400</b>

При даному складі пінобетонної суміші нам вдалося підвищити міцність, знизити водопоглинання. Піддається сумніву модуль пружності даного пінобетону так, як при даній густині він повинен знаходитися в межах 3000-7000 МПа. Визначення модуля пружності проводили за ДСТУ Б В.2.7-45-96, Додаток Д, для перевірки його необхідно визначити за ГОСТ 24452.

Для більш широкого та надійного застосування пінобетону в дорожньому будівництві необхідно виконати наступні дослідження:

- дослідити пінобетон на витривалість до постійних та тимчасових навантажень;
- перевірити стійкість матеріалу до агресивних середовищ;
- морозостійкість за класичною і прискореною методикою
- контролювати водопоглинання;
- зменшити витрату вяжучого;

Саме цими питаннями зараз і займаються фахівці інституту ДерждорНДІ спільно з лабораторією кафедри виробництва будівельних виробів і конструкцій Одеської державної академії будівництва і архітектури, і НУ "Львівська політехніка".

**Висновки** Враховуючи достатню міцність та довговічність пінобетону, існуючий на сьогодні позитивний досвід його застосування у Польщі та інших країнах його рекомендується використовувати в якості основи під дорожнє покриття:

- у міських дорогах III та IV категорій, товщиною до 400 мм;
- у міжміських дорогах товщину приймати за розрахунком;
- на підйомах і спусках доріг;
- на серпантинах.

Через малу об'ємну вагу пінобетон рекомендується до використання в якості основи під дорожнє покриття в насипах на слабких ґрунтах.

Пінобетон рекомендується використовувати для заповнення під тиском пустот, вимоїн, розколів у дорожніх основах, в місцях примикання мостів до доріг.



Використання пінобетону в якості основ під дорожні покриття взамін традиційних повинно виконуватись на основі техніко-економічних порівнянь. У цих порівняннях необхідно враховувати вартість матеріалів та робіт, термін надійної експлуатації, частоту ремонтів, інтенсивність автомобільних вантажопотоків та інше.

#### Література

1. Михайлов А.В., Коцюбинская Т.А. Строительная теплотехника дорожных одежд Москва «Транспорт». - 1986. - с. 147.
2. ВБН В.2.3-218-008-97 Проектування та будівництво жорстких та з жорсткими прошарками дорожніх одягів
3. ДСТУ Б.В.2.7-45-96 Будівельні матеріали. Бетони ніздрюваті. Технічні умови
4. Мартынов В.И. Методика изучения и определения структурных параметров твердой составляющей ячеистых бетонов. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. –Одеса., - 2005р., с. 238-243
5. Мартинов В.І., Коваль П.М., Кушнір О.В. Отримання пінобетону з необхідними характеристиками для застосування його в дорожньому будівництві Дороги і мости с.60 Збірник наукових праць Випуск 7 Київ 2007 с.380 (с.60-67).
6. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов (к СНиП 2.03.01-84)