

## ИЗМЕНЕНИЕ ПРИЗМЕННОЙ ПРОЧНОСТИ ПЕНОБЕТОНА ВО ВРЕМЕНИ С УЧЕТОМ НАПОЛНИТЕЛЯ

Постернак И.М., Постернак А.А., Костюк А.И., Постернак С.А.  
(Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

**Приводятся результаты экспериментальных исследований влияния количества и дисперсности наполнителя на призмную прочность конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона в возрасте 28, 90 и 180 суток.**

Развитие энергосберегающих материалов, изделий и конструкций для Украины – одна из важнейших задач, решение которой в ближайшее время крайне необходимо. Значительная часть энергоресурсов, расходуемых на отопление зданий различного назначения, теряется через ограждающие конструкции, в частности через стены. Опыт зарубежных стран, таких как Швеция, Германия, Польша, Норвегия, Финляндия показывает, что расходы энергоносителей на отопление в этих странах значительно меньше чем в Украине. Объясняется это широким использованием эффективных стеновых материалов, одним из которых является пенобетон, который может быть использован как конструкционно-теплоизоляционный материал ( $\gamma=500...900 \text{ кг/м}^3$ ) для стеновых ограждающих и несущих конструкций [1...3]. Регулирование процессами организации структуры композиционных строительных материалов связано с изменением качественного и количественного составов минерального вяжущего [4].

Основная цель статьи заключается в оценке влияния количества и качества наполнителя на призмную прочность конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона (КТ НПБ) во времени и выделении области с достаточной призмной прочностью для производства стеновых элементов.

Для получения статистических оценок коэффициентов модели опыты выполнены по специально синтезированному в системе «СОМРЕХ» плану «Смесь (три компонента), технология (один фактор) – свойство» включающий 10 экспериментальных точек [5]. Графическая интерпретация модели представлена в виде диаграммы (рис. 1) [5]. В качестве переменных приняты дисперсность

наполнителя ( $S_y = 400 \pm 200 \text{ м}^2/\text{кг}$ ) и количество наполнителя ( $H = 10 \pm 5\%$ ) от массы вяжущего. Методика проведения эксперимента, состав смеси, характеристики используемых материалов, технология приготовления смеси, размеры образцов и их количество приведены в работе [5].

По экспериментальным данным в системе «COMPEX» были получены модели в виде приведенного полинома второго порядка: изменение призмной прочности ( $\text{кг}/\text{см}^2$ ) в возрасте 28 суток (1), 90 суток (2) и 180 суток (3).

$$\begin{aligned} \ln R_b = & 3,526w_1 + 0,755w_1w_2 + 0,340w_1x_1 - 0,295x_1^2 \\ & + 4,160w_2 \pm 0w_1w_3 + 0,201w_2x_1 \\ & + 4,042w_3 \pm 0w_2w_3 + 0,058w_3x_1 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \ln R_b = & 3,597w_1 + 0,787w_1w_2 + 0,330w_1x_1 - 0,297x_1^2 \\ & + 4,186w_2 - 0,221w_1w_3 + 0,199w_2x_1 \\ & + 4,108w_3 \pm 0w_2w_3 + 0,073w_3x_1 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \ln R_b = & 3,611w_1 + 0,810w_1w_2 + 0,322w_1x_1 - 0,269x_1^2 \\ & + 4,169w_2 - 0,239w_1w_3 + 0,186w_2x_1 \\ & + 4,069w_3 + 0,124w_2w_3 + 0,065w_3x_1 \end{aligned} \quad (3)$$

Величины призмной прочности бетона в зависимости от количества и качества наполнителя изменяется в пределах от 1,8 до 6,7 МПа (на 272%) и представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Призмная прочность КТ НПБ во времени

№ опыта	Призмная прочность, МПа			№ опыта	Призмная прочность, МПа		
	28 суток	90 суток	180 суток		28 суток	90 суток	180 суток
1	3,6	3,77	3,9	6	3,4	3,65	3,7
2	5,9	5,95	5,95	7	1,8	1,95	2,05
3	4,6	4,85	4,9	8	3,9	4,0	4,1
4	5,0	5,4	5,57	9	4,0	4,2	4,3
5	3,9	4,05	4,12	10	3,2	3,4	3,55

При фиксированном  $H=5\%$  и изменении  $S_y$  от 200 до 600  $\text{м}^2/\text{кг}$ , с увеличением возраста образцов от 28 до 180 суток, призмная прочность бетона увеличивается от 1,8 до 4,2 МПа (на 133%). Максимальное значение  $R_b=4,2$  МПа получено в возрасте образцов 90 и 180 суток и  $S_y=600 \text{ м}^2/\text{кг}$ , а минимальное  $R_b=1,8$  МПа при  $S_y=200$

$\text{м}^2/\text{кг}$  в возрасте 28 суток. При этом, когда  $S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$   $R_b$  увеличивается от 1,8 МПа (28 суток) до 2,05 МПа (180 суток) на 13,9%. Когда  $S_y=400 \text{ м}^2/\text{кг}$   $R_b$  увеличивается от 3,9 МПа (28 суток) до 4,2 МПа (180 суток) на 7,7%. Когда  $S_y=600 \text{ м}^2/\text{кг}$   $R_b$  увеличивается от 4,0 МПа (28 суток) до 4,2 МПа (90, 180 суток) на 5% (рис. 1.А).

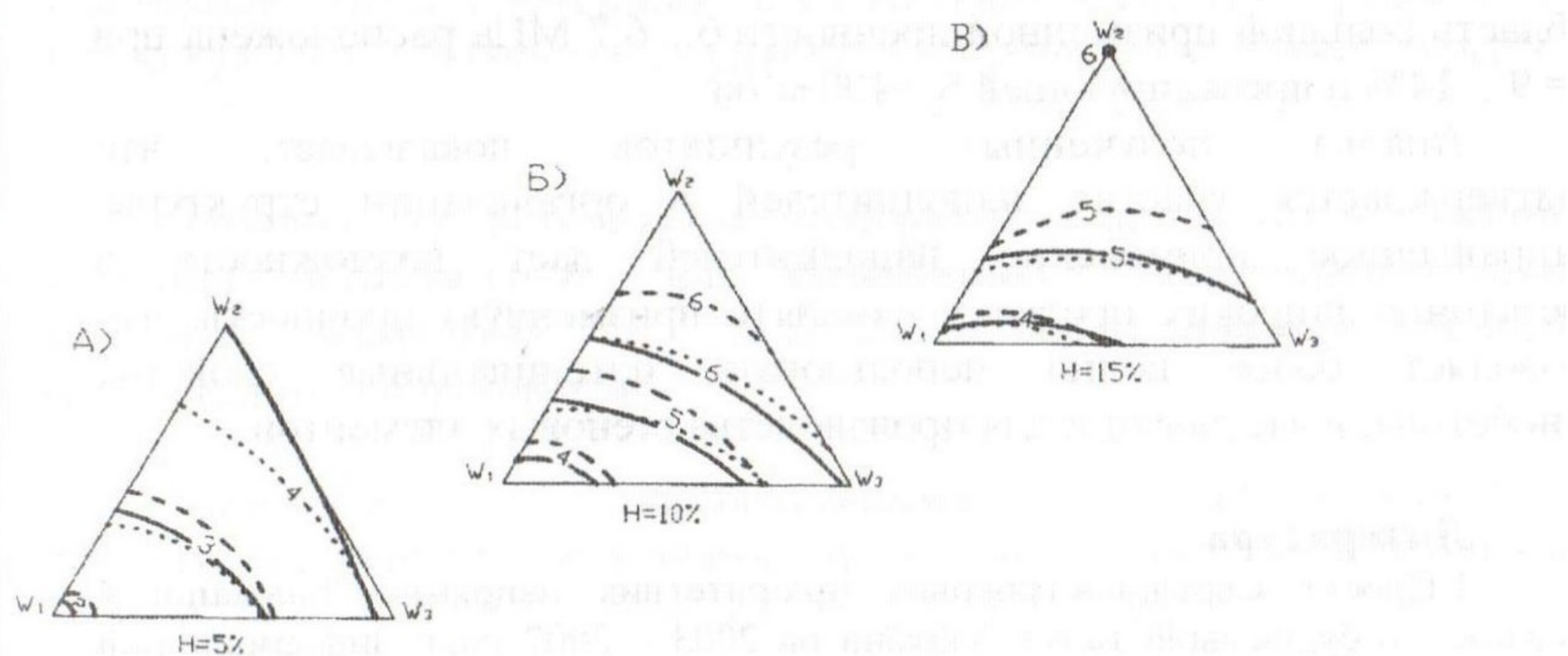


Рис. 1. Трехкомпонентные диаграммы изменения призмной прочности (МПа) во времени для разного количества наполнителя.

----- 28сутки      ————— 90сутки      ..... 180сутки

При фиксированном  $H=10\%$  и изменении  $S_y$  от 200 до  $600 \text{ м}^2/\text{кг}$ , с увеличением возраста образцов от 28 до 180 суток,  $R_b$  увеличивается от 3,4 до 6,6 МПа (на 94%). Максимальное значение  $R_b=6,6 \text{ МПа}$  получено в возрасте образцов 90 суток и  $S_y=400 \text{ м}^2/\text{кг}$ , а минимальное  $R_b=3,4 \text{ МПа}$  при  $S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$  в возрасте 28 суток. При этом, когда  $S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$   $R_b$  увеличивается от 3,4 МПа (28 суток) до 3,7 МПа (180 суток) на 8,8%. Когда  $S_y=400 \text{ м}^2/\text{кг}$   $R_b$  увеличивается от 6,4 МПа (28 суток) до 6,6 МПа (90 суток) на 3,13%, а затем уменьшается до 6,5 МПа (180 суток) на 1,5%. Когда  $S_y=600 \text{ м}^2/\text{кг}$   $R_b$  увеличивается от 5,7 МПа (28 суток) до 6,1 МПа (90 суток) на 7%, а затем уменьшается до 5,9 МПа (180 суток) на 3,4% (рис. 1.Б).

При фиксированном  $H=15\%$  и изменении  $S_y$  от 200 до  $600 \text{ м}^2/\text{кг}$ , с увеличением возраста образцов от 28 до 180 суток,  $R_b$  увеличивается от 3,6 до 6,0 МПа (на 66,7%), при этом увеличение  $R_b$  направлено в сторону  $S_y=400 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Максимальное значение  $R_b=6,0 \text{ МПа}$  получено в возрасте образцов 90 и 180 суток и  $S_y=400 \text{ м}^2/\text{кг}$ , а минимальное  $R_b=3,6 \text{ МПа}$  при  $S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$  в возрасте 28 суток. При этом, когда  $S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$   $R_b$  увеличивается от 3,6 МПа (28 суток) до 3,9 МПа (180 суток) на 8,3%. Когда  $S_y=400 \text{ м}^2/\text{кг}$   $R_b$  увеличивается от 5,8 МПа (28 суток)

до 6,0 МПа (90, 180 сутки) на 3,45%. Когда  $S_y=600 \text{ м}^2/\text{кг}$   $R_b$  увеличивается от 4,5 МПа (28 сутки) до 4,9 МПа (90 сутки) на 8,9%, а затем уменьшается до 4,8 МПа (180 сутки) на 2,1% (рис. 1.В).

При рассмотрении призматического факторного пространства максимальные значения призмной прочности 6,6 МПа (28 и 180 суток) и 6,7 МПа (90 суток) получены при  $H=12,5\%$  и  $S_y=400 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Область большой призмной прочности 6... 6,7 МПа расположена при  $H=9... 14\%$  и преобладающей  $S_y=400 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

Анализ полученных результатов показывает, что подтверждается участие наполнителей в организации структуры. Направленное применение наполнителей дает возможность в достаточно широких пределах изменять призмную прочность, что позволяет более полно использовать потенциальные свойства пенобетона, в частности и для производства стеновых элементов.

### Литература

1. Проект Середньострокових пріоритетних напрямків інноваційної діяльності в будівельній галузі України на 2003 – 2007 роки. Інформаційний бюлетень Держбуду – 2003. № 8. – С.23 – 25.

2. Ястребцов В.В., Клименко В.Ю., Мартыненко В.А. О развитии производства ячеистобетонных изделий в Украине. Проблемы качества продукции // Вісник ПДАБтаА. №3-4-5, – Днепр.: 2003. – с. 179 – 183.

3. Костюк А.И., Постернак С.А., Постернак И.М. Обзор развития, состояния и применения конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона в конструкциях и изделиях // Вісник ОДАБА. Вип. 10, – Одесса, 2003. – с. 109 – 116.

4. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, А. В. Сиренко. - К.: Будивельник, 1991. – 144 с.

5. Костюк А.И., Постернак И.М., Постернак А.А., Постернак С.А. К методике планирования и проведения экспериментальных исследований стеновых элементов из неавтоклавного пенобетона // Вісник ОДАБА. Вип. 12, – Одесса, 2003. – с. 143 – 148.