

СТІНОВІ КОНСТРУКЦІЇ З КОНСТРУКЦИОННО-ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО БЕЗАВТОКЛАВНОГО ПІНОБЕТОНУ ДЛЯ МАЛОПОВЕРХОВОГО БУДІВНИЦТВА

О.О.Постернак, к.т.н., доц., А.І.Костюк, к.т.н., проф.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, Україна

В умовах економічної кризи особливо доцільне широке впровадження у сферу будівництва прогресивних енергоекономічних проектно-конструкторських рішень з використанням теплоефективних стінових конструкцій та матеріалів. Таким матеріалом є ніздрюватий бетон, який, маючи унікальні теплофізичні властивості, забезпечує створення сприятливих та комфортних умов для життєдіяльності людини. Широке використання пінобетону у будівництві дозволить знизити транспортні витрати, зменшити трудомісткість зведення житла, значно зменшити навантаження на фундаменти і, тим самим, скоротити матеріаломісткість зведення будівель. З огляду на те, що актуальним залишається питання економії мінеральних ресурсів при одночасному забезпеченні несучої здатності, міцності та деформативності стінових елементів, виникла необхідність дослідження впливу структури на характеристики, напружено-деформований стан, характер руйнування стінових елементів із безавтоклавного пінобетону при позацентровому стиску.

Основна мета статті є розробка рекомендацій до розрахунку несучої здатності позацентрово стиснутих стінових елементів із конструкційно-теплоізоляційного безавтоклавного пінобетону, а також дослідження їхніх характеристик міцності та деформативності при зміні мінерального наповнювача.

В експерименті в якості в'язучого застосовувався портландцемент марки ПЦ І – 500. В якості наповнювача прийнятий дрібний кварцовий пісок з різною питомою поверхнею $S_v=200, 400$ і 600 м²/кг. Як заповнювач для дослідних зразків застосовувався річковий пісок, а в якості піноутворювача – ПБ-2000.

Для одержання експериментальних даних по дослідженню пінобетонних стінових елементів та зразків був виконаний експеримент з використанням апарату математичного планування, що базується на експериментально-статистичній поліноміальній моделі:

$$\hat{Y}=A_1w_1+ A_{12}w_1w_2+D_{11}w_2x_1 +b_{11}x_1^2 + \\ +A_2w_2+A_{13}w_1w_3+D_{21}w_2x_1+ \quad (1)$$

$$+A_3w_3+A_{23}w_2w_3+D_{31}w_3x_1.$$

Дослідні моделі стінових елементів армувалися звареними просторовими каркасами з арматурного дроту класу Вр-1 Ø3мм (СП-1_А...СП-11_А), Ø4мм (СП-1_Б...СП-11_Б; СП-2'_А...СП-4'_А) і арматури класу А240С Ø6мм (СП-1_В...СП-11_В; СП-2'_Б...СП-4'_Б).

Розрахунок стиснутих пінобетонних стінових елементів (в тому числі армованих симетричною конструктивною арматурою) при величині ексцентриситета $0 < e_0 \leq 0,225h$ і розрахунковій довжині $l_0 \leq 20h$ виконується за умови:

$$N \leq \alpha \varphi_b R_b A \psi_0, \quad (2)$$

де N – поздовжня стискаюча сила, кН; φ_b – коефіцієнт, що залежить від навантаження і розмірів; R_b – призмova міцність, МПа; A – площа поперечного перерізу елемента, м²; α – коефіцієнт, прийнятий рівним для бетону: $\alpha=0,85$ – нідзрюватого автоклавного; $\alpha=0,75$ – нідзрюватого безавтоклавного; ψ_0 – структурний коефіцієнт, що враховує вплив

ексцентриситета та приймається рівним $\psi_0 = 1 - \frac{2e_0}{h}$.

Досліджено вплив мінерального наповнювача на несучу здатність пінобетонних моделей стінових елементів і встановлені поліноміальні залежності (3...5). Застосування наповнювачів дозволяє змінювати несучу здатність від 110 до 430 кН, при цьому максимальні значення N^{exp} (236...225 кН) отримані при $H=10...12,5\%$ і $S_y=400$ м²/кг, а мінімальне значення N^{exp} (110 кН) отримано при $H=5\%$ і $S_y=200$ м²/кг.

$$\begin{aligned} \ln N_A^{\text{exp}} = & 5,357w_1 + 0,881w_1w_2 + 0,356w_1x_1 - 0,301x_1^2 + \\ & + 6,048w_2 - 0,252w_1w_3 + 0,138w_2x_1 + \\ & + 5,922w_3 - 0,059w_2w_3 + 0,096w_3x_1. \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \ln N_B^{\text{exp}} = & 5,361w_1 + 0,903w_1w_2 + 0,358w_1x_1 - 0,303x_1^2 + \\ & + 6,057w_2 - 0,203w_1w_3 + 0,137w_2x_1 + \\ & + 5,928w_3 - 0,052w_2w_3 + 0,095w_3x_1. \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \ln N_B^{\text{exp}} = & 5,380w_1 + 1,021w_1w_2 + 0,356w_1x_1 - 0,315x_1^2 + \\ & + 6,095w_2 - 0,074w_1w_3 + 0,142w_2x_1 + \\ & + 5,935w_3 - 0,193w_2w_3 + 0,110w_3x_1. \end{aligned} \quad (5)$$

Досліджено вплив мінерального наповнювача, його дисперсності на коефіцієнт α моделей стінових елементів і встановлені поліноміальні залежності (6...7). Застосування наповнювачів дозволяє змінювати

коефіцієнт α від 0,804 до 0,957. При цьому, максимальні значення α (0,905...0,957) отримані при $H=5...10\%$ і дисперсності $S_y=400 \text{ м}^2/\text{кг}$, а мінімальні значення α (0,804...0,818) отримані при $H=5\%$ і $S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$ та $H=15\%$ і $S_y=400 \text{ м}^2/\text{кг}$.

$$\alpha_A = 0,843w_1 + 0,219w_1w_2 + 0,022w_1x_1 - 0,017x_1^2 + 0,905w_2 + 0,036w_1w_3 - 0,070w_2x_1 + 0,882w_3 + 0,036w_2w_3 + 0,026w_3x_1. \quad (6)$$

$$\alpha_B = 0,857w_1 + 0,227w_1w_2 + 0,008w_1x_1 - 0,012x_1^2 + 0,912w_2 + 0,033w_1w_3 - 0,068w_2x_1 + 0,885w_3 - 0,051w_2w_3 + 0,025w_3x_1. \quad (7)$$

Рекомендоване значення структурного коефіцієнта α

$$\alpha = 0,85 \quad \text{при } S_y = 600 \text{ м}^2/\text{кг}; \quad H = 10...15\%$$

$$\alpha = 0,9 \quad \text{при } S_y = 400 \text{ м}^2/\text{кг}; \quad H = 5...11\%$$

Проведений аналіз напружено-деформованого стану моделей стінових елементів показав, що деформації стиску та розтягу розподілялися спочатку рівномірно, а потім області проходження тріщин збільшувалися зі значною інтенсивністю (рис 1,2). Величини відносних деформацій найбільш стиснутої грані стінових елементів при навантаженнях 0,83...0,96 від руйнуючої склали $90...160 \times 10^{-5}$. Величини деформацій на протилежній стороні стінових елементів при тих самих навантаженнях склали $3...15 \times 10^{-5}$.

Руйнування стінових елементів характеризується появою у них тріщин, які спостерігаються при навантаженнях у діапазоні від 0,702 до 0,885 від руйнуючого навантаження. Перші тріщини мають вертикальний або трохи похилий напрямок. Аналіз характеру руйнування моделей стінових елементів показав, що початок руйнування носить локальний характер, а надалі, з ростом навантаження, відбувається дуже швидко "лавинне" об'єднання тріщин, що пояснюється структурно-механічною однорідністю і відносно невисокою міцністю пінобетону.

Висновки

1. Несуча здатність залежить від кількості наповнювача та його дисперсності, а також армування.
2. Аналіз напружено-деформованого стану та характеру руйнування пінобетонних стінових елементів показав, що їхнє руйнування відбулося в результаті вичерпання несучої здатності в середній або приопорній зоні.

3. Запропоновано диференційований коефіцієнт α для розрахунку несучої здатності позacentрово стиснутих стінових елементів на дію стискаючої поздовжньої сили, виконаних з конструкційно-теплоізоляційного безавтоклавного пінобетону в залежності від застосовуваної кількості та дисперсності наповнювача.

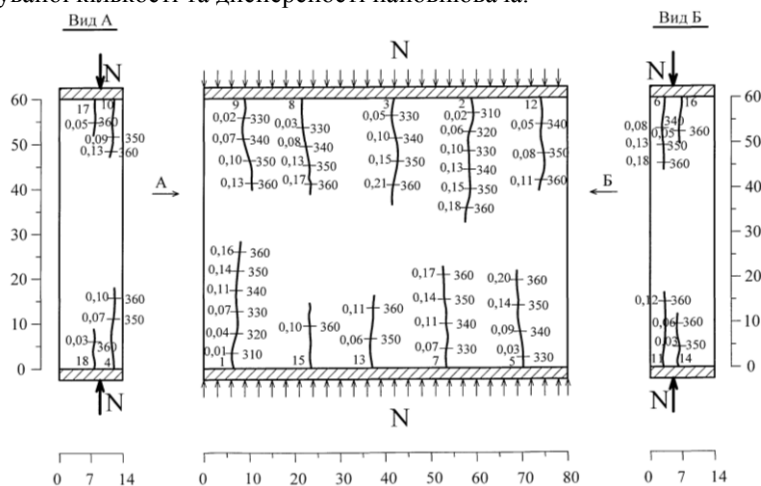


Рис. 1. Узагальнена схема руйнування моделей стінових елементів СП-1_А... СП-11_А, з шириною розкриття тріщин α^{cr} (мм) та навантаженням (кН) для СП-2_Б.

Summary

The results of experimental researches of influence of mineral filler to load-carrying capacity and differentiated coefficient α for calculation of wall elements from construction heat-insulation unautoclave foam concrete, working in the conditions of uncentral compression are resulted.

Література

1. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ: Учебник / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков.: Под ред. Вознесенского В.А. - К.: Выща школа, 1989. – 328с.
2. ЭВМ и оптимизация композиционных материалов / Вознесенский В.А., Т.В. Ляшенко, Я.П. Иванов, И.И. Николов. - К.: Будівельник, 1989. – 240с.

3. Постернак А.А. Деформативність конструкційно-теплоізоляційного неавтоклавної пенобетону з урахування зміни мінерального наповнювача / А.А. Постернак, А.І. Костюк// Вісник ОДАБА: зб. наук. праць, вип. №. 44, Одеса, ОДАБА, 2012. – С.274 – 277.

4. А.І. Костюк Архитектурные решения стеновых конструкций из конструкційно-теплоізоляційного неавтоклавної пенобетону / А.І. Костюк, А.А. Постернак // Реставрація, реконструкція, урбоєкологія RUR-2011 : зб. наук. праць № 9-10 [щорічник південно-українського відділення національного комітету ICOMOS]. – Одеса: Вид-во «Optimum», 2011. – С.301 – 305.

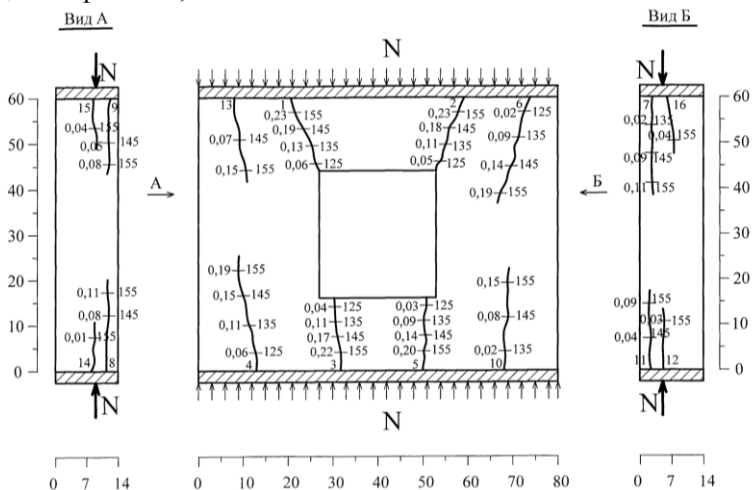


Рис. 2. Узагальнена схема руйнування моделей стінових елементів СП-2'А... СП-4'А, СП-2'Б... СП-4'Б, з шириною розкриття тріщин a^{crc} (мм) та навантаженням (кН) для СП2'А.

5. Постернак А.А. Стеновые однослойные конструкции из конструкційно-теплоізоляційного неавтоклавної пенобетону, працюючі в умовах внецентренного сжатия/ Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник «Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону», вип. № 74. Книга 2. Київ, ДП НДІБК, 2011. – С.449 – 455.