

## ХАРАКТЕР ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ТРЕЩИН В МОДЕЛЯХ СТЕНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ КОНСТРУКЦИОННО-ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО НЕАВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА ПРИ ВНЕЦЕНТРЕННОМ СЖАТИИ

Постернак А.А., Костюк А.И.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,  
г. Одесса*

**Постановка проблемы.** В условиях экономического кризиса, возникает вопрос о широком внедрении в сферу строительства прогрессивных энергоэкономических проектно-конструкторских решений с использованием теплоэффективных стеновых конструкций и материалов. Таким материалом может быть ячеистый бетон, который, обладая уникальными теплофизическими свойствами, обеспечит благоприятные и комфортные условия для жизнедеятельности человека. Основным направлением развития жилищного строительства является повышение уровня энергосбережения в жилищном фонде, в том числе повышение теплоэффективных качеств жилья за счет внедрения конструктивно-технологических решений, теплоэффективных строительных материалов, изделий и конструкций, современных технологий строительства. Одним из наиболее перспективных строительных материалов, признанных строителями в большинстве стран Европы, является ячеистый бетон, который в мировой строительной практике получил широкое распространение как конструкционно-теплоизоляционный материал применительно к изготовлению ограждающих конструкций в зданиях различного назначения. [1].

Пенобетон и изделия из него эффективны, востребованы и целесообразны. Стеновые элементы из конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона (КТ НПБ) обладают достаточной прочностью и деформативностью для применения в несущих и самонесущих стенах, при этом он является абсолютно экологичным материалом, а также этот материал легок, следовательно, уменьшается нагрузка на несущие конструкции [1...3]. Характер образования и развития трещин, а также несущая способность стеновых элементов из КТ НПБ напрямую зависит от структуры ячеистого бетона.

**Основная цель** статьи заключается в исследовании напряженно-деформированного состояния и характера образования и развития трещин, а также разрушения однослойных стеновых элементов из КТ НПБ, работающих в условиях внецентренного сжатия.

**Методика исследований.** Для получения экспериментальных данных по исследованию стеновых элементов из КТ НПБ выполнен эксперимент с использованием аппарата математического планирования, который основывается на экспериментально-статистической модели:

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & A_1 w_1 + A_{12} w_1 w_2 + D_{11} w_2 x_1 + b_{11} x_1^2 + \\ & + A_2 w_2 + A_{13} w_1 w_3 + D_{21} w_2 x_1 + \\ & + A_3 w_3 + A_{23} w_2 w_3 + D_{31} w_3 x_1. \end{aligned} \quad (1)$$

Для получения статистических оценок коэффициентов модели опыты выполнены по специально синтезированному плану в системе «СОМРЕХ» включающему 10 экспериментальных точек. Для сравнения принята одиннадцатая точка внефакторного пространства [4].

В соответствии с работами [5...7] выполнен подбор состава пенобетонной смеси на 1м<sup>3</sup> для ограждающих конструкций плотностью 800 кг/м<sup>3</sup>.

Опытные модели стеновых элементов армировались сварными пространственными каркасами из арматурной проволоки класса Вр – 1 диаметром 4 мм (СП – 1<sub>А</sub>...СП – 11<sub>А</sub>) с процентом армирования 0,15%, и арматуры гладкого профиля класса А240С диаметром 6 мм (СП – 1<sub>Б</sub>...СП – 11<sub>Б</sub>) с процентом армирования 0,30%.

**Результаты исследования.** Перед выполнением эксперимента были проведены теоретические исследования напряженно-деформированного состояния в программном комплексе SCAD.

В стеновых элементах на противоположных сторонах возникали сжимающие деформации, так как эксцентриситет приложения нагрузки был относительно небольшим. На сжатой грани по мере роста нагрузки деформации увеличивались быстрее чем на противоположной стороне. Пластические деформации появлялись уже при нагрузке 0,3...0,4 от разрушающей. Величины относительных деформаций на более сжатой грани стеновых элементов при нагрузках 0,83...0,96 составили  $90...160 \times 10^{-5}$ . Величины деформаций на противоположной стороне стеновых элементов при тех же нагрузках составили  $3...15 \times 10^{-5}$  (рис.1).

Деформации растяжения (поперечные) являются в 2...5 раз меньше деформаций сжатия и на торцевых гранях изменялись равномерно в сторону увеличения, а на боковой грани, особенно в центре модели деформации увеличивались или уменьшались в зависимости от приложенного эксцентриситета при приложении нагрузки и как следствия выгиба модели.

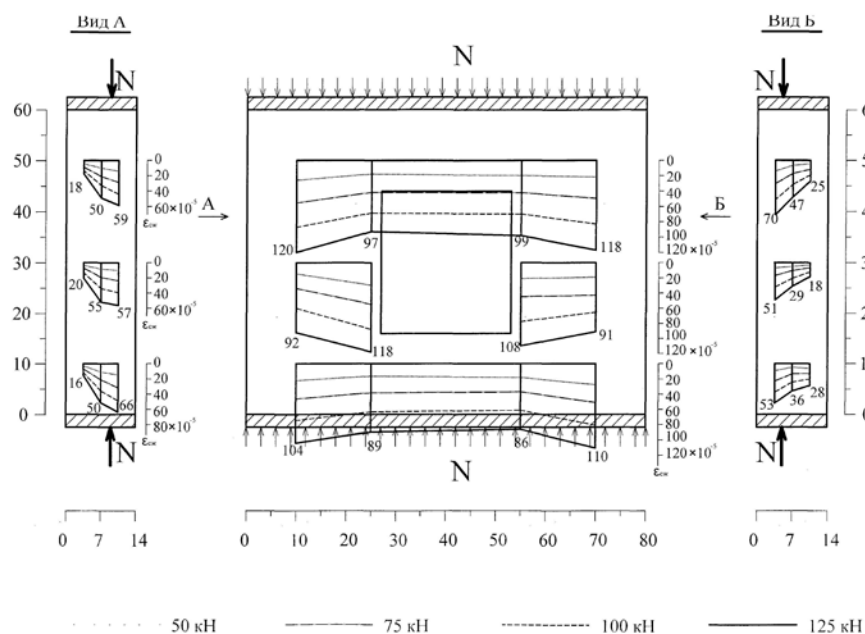


Рис. 1. Деформации сжатия модели стенового элемента СП-2'<sub>А</sub>

Следовательно, анализ напряженно-деформированного состояния показал, что деформации сжатия и растяжения распределялись вначале равномерно, а затем в области прохождения трещин увеличивались с существенной интенсивностью. На сжатой грани по мере роста нагрузки деформации растут быстрее чем на противоположной стороне. Величины относительных деформаций на более сжатой грани стеновых элементов при нагрузках 0,83...0,96 составили  $90...160 \times 10^{-5}$ .

Разрушение стеновых элементов характеризуется появлением в них трещин, которые отмечаются при нагрузках в диапазоне от 0,702 до 0,885 от разрушающей нагрузки.

Первые трещины имеют вертикальное или слегка наклонное направление. В момент разрушения отдельные части бетона приопорной зоны могут откалываться. Анализ структурных аспектов и характера разрушения моделей стеновых элементов показал, что вначале разрушение носит локальный характер, а в дальнейшем, с ростом нагрузки, происходит очень быстрое «лавинное» объединение трещин и как следствие разрушение стеновых элементов, что объясняется высокой структурно-механической однородностью и относительно невысокой прочностью пенобетона.

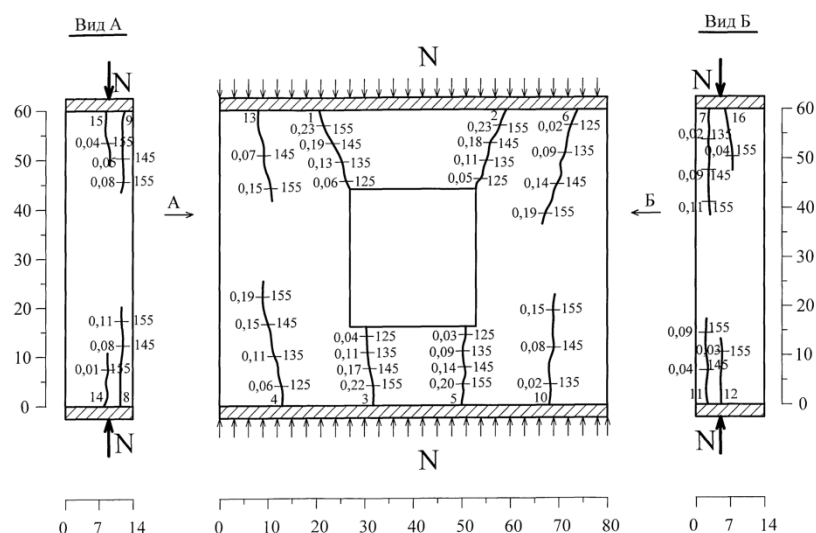


Рис. 2. Обобщенная схема разрушения моделей стеновых элементов СП-2'А... СП-4'А, СП-2'Б... СП-4'Б, с шириной раскрытия трещин ( $a_{\text{крс}}$ , мм) и нагрузкой (кН) модели стенового элемента СП-2'А.

В моделях стеновых элементов СП-2'А... СП-4'А и СП-2'Б... СП-4'Б первые видимые нормальные трещины образовались в углах оконного проема продольной более нагруженной боковой поверхности стеновых элементов с общим направлением развития от оконного проема к краям образца. Затем образование и развитие нормальных трещин наблюдалось на торцевых поверхностях стеновых элементов, а на боковых поверхностях наблюдалось дальнейшее развитие нормальных трещин к середине образцов. Далее эти трещины продолжали развиваться с таким же направлением и привели к разрушению моделей стеновых элементов СП-2'А... СП-4'А и СП-2'Б... СП-4'Б. При этом ширина раскрытия трещин составила 0,19...0,24 мм. Величина прогибов (выгибов) для моделей стеновых элементов СП-2'А... СП-4'А и СП-2'Б... СП-4'Б составила 2,11...2,51 мм.

### Вывод

Анализ напряженно-деформированного состояния и характера разрушения пенобетонных стеновых элементов показал, что их разрушение происходило в результате исчерпания несущей способности конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона в средней или приопорной зоне.

## SUMMARY

**The results of experimental theoretical researches of the foam-concrete structure, the character of formation and time-development of cracks, and also destruction of the wall elements models working in conditions of uncentered compression from CT UFC are resulted.**

### *Литература*

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

2. Постернак А.А., Костюк А.И., Постернак И.М., Постернак С.А. Применение конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона в однослойных стеновых конструкциях, работающих на внецентренное сжатие // Вісник ОДАБА. Вип. 23, - Одесса, 2006. - с. 253-257.

3. Постернак А.А., Костюк А.И., Постернак И.М., Постернак С.А., Мостовой А.Д. К методике проведения экспериментальных исследований стеновых элементов работающих на внецентренное сжатие из неавтоклавного пенобетона // Вісник ОДАБА. Вип. 12, – Одесса, 2003. – с. 143 – 148.

4 Методические указания по моделированию систем «смеси, технология – свойства» с использованием ЭВМ в курсовом и дипломном проектировании по кафедре ПАТСМ / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, В.В. Абакумов, А.Б. Абдыкалыков. – Одесса: ОИСИ, 1985. – 65с.

5. Комохов П.Г. Подбор состава легких и ячеистых бетонов. Учебное пособие. – Ленинград. 1968. – 31с.

6. Опекунов В.В. Конструкційно-теплоізоляційні будівельні матеріали на основі активованих сировинних компонентів. – Київ: Видавничий дім “Академперіодика”, 2001. – 216с.