

**ПРИМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИОННО-
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО НЕАВТОКЛАВНОГО
ПЕНОБЕТОНА В ОДНОСЛОЙНЫХ СТЕНОВЫХ
КОНСТРУКЦИЯХ, РАБОТАЮЩИХ НА ВНЕЦЕНТРЕННОЕ
СЖАТИЕ**

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

Выполнен анализ актуальности КТ НПБ и его применения в наружных однослойных стеновых элементах, работающих в условиях внецентренного сжатия. Рассмотрены труды по расчету и конструированию стеновых элементов из аналогичных материалов. Определено общее направление исследований по теме диссертации.

В условиях энергетического кризиса теплозащитные свойства конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавно пенобетона (далее по тексту КТ НПБ) имеют первоочередное значение, поскольку затраты на содержание зданий при постоянно возрастающей стоимости энергоресурсов все больше определяются затратами на отопление и кондиционирование. Это обстоятельство позволяет отнести КТ НПБ к стратегическому материалу в вопросах энергосбережения.

Теплопроводность КТ НПБ в 3...4 раза меньше, чем теплопроводность кирпича, и в 5...7 раз меньше - чем керамзитобетона; его применение позволяет возводить однослойные наружные стены толщиной в 0,3...0,5 м, во всех климатических зонах Украины. По теплотехническим показателям такие наружные стены соответствуют новым требованиям энергосбережения во вновь возводимых зданиях, что позволит сократить массу стен в 2...4 раза. Сам КТ НПБ обладает уникальными свойствами, не имеющими альтернативы на сегодняшний день, а по шкале комфортности строительных материалов занимает после дерева второе место [1,2,3].

Учитывая, что объем производства ячеистого бетона в тыс.м³ на 1 тысячу жителей составляет: страны Западной Европы - 200...280, Беларусь - около 200, Россия - 20...25, Украина - 8...10, и Кабинет

Министров Украины постановлением №684 от 26 мая 2004 г. утвердил «Программу развития производства ячеистобетонных изделий и их применение в строительстве на 2005-2011 годы», которая предусматривает за этот период увеличение производства ячеистого бетона для строительства до 5-6 млн. м³/год, а это должно дать существенный импульс для расчета и конструирования конструкций и изделий из ячеистого бетона [2,4,5].

Основная цель статьи заключается в обосновании актуальности исследований однослойных стеновых элементов из КТ НПБ, работающих в условиях внецентренного сжатия.

Объектом наших исследований являются стеновые элементы из КТ НПБ, большинство которых работает в условиях внецентренного сжатия. С нашей точки зрения, их работа изучена в недостаточной степени; так как исследования стеновых элементов из данного вида ячеистого бетона выполнялись только при условном центральном сжатии [6].

Различают два случая внецентренного сжатия: случай малых эксцентриситетов при $e_0 < 0,45y$ и случай больших эксцентриситетов при $e_0 > 0,45y$, где y – расстояние от центра тяжести сечения до наиболее сжатого волокна сечения бетона [7].

В.Н. Морозов [8] выполнял исследования конструкций стен крупнопанельных жилых зданий из стеновых материалов, аналогичных по плотности и виду к КТ НПБ. Он установил две характерные особенности: во-первых, по материалу – кубиковая прочность используемого материала для наружных однослойных стеновых панелей должна составлять 4...5 МПа; во-вторых, по условию приложения нагрузки (по эксцентриситету) – эксцентриситет по сечению перпендикулярно плоскости панели определяется с учетом нагрузок от вышележащих этажей и нагрузки от перекрытия над данным этажом. Для несущих панелей следует принимать не менее 2см.

Ф.Н. Колотилов [9] выполняя исследования фрагментов однослойных стен с размерами 50×250×25 см из камышебетона, обосновал и применил нагрузку с эксцентриситетом 2 см.

По расчету стеновых элементов в условиях внецентренного сжатия необходимо отметить работы Н.И. Левина и др. [7] и Н.В. Морозова и др. [10], в которых предлагается выполнять расчет однослойных бетонных элементов стен на внецентренное сжатие по формуле:

$$N \leq AR_{сж}\psi \quad (1)$$

где A – поперечное сечение элемента, см²;

$R_{сж}$ – предел прочности бетонного элемента при центральном сжатии, кг/см²;

ψ – коэффициент внецентренности, учитывающий влияние эксцентриситета на несущую способность элемента и уменьшающийся с увеличением эксцентриситета; этот коэффициент определяется на основании экспериментальных исследований по формуле:

$$\psi = \frac{N_p^{ен}}{N_p^ч} \quad (2)$$

где $N_p^{ен}$ – разрушающая нагрузка при внецентренном сжатии, кг;

$N_p^ч$ – разрушающая нагрузка при центральном сжатии, кг;

В соответствии с пособием по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов к СНиП 2.03.01-84 [11] расчет несущей способности стеновых элементов, выполненных из конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона, на действие сжимающей продольной силы выполняется из условия:

$$N \leq \alpha R_b A_b, \quad (3)$$

где A_b – площадь сжатой зоны элемента, определяемая из условия, что ее центр тяжести совпадает с точкой приложения равнодействующей внешних сил;

α – коэффициент, учитывающий особенности деформативных свойств ячеистого бетона:

для автоклавного бетона $\alpha = 0,85$;

для неавтоклавного бетона $\alpha = 0,75$.

Для элементов прямоугольного сечения A_b определяется по формуле

$$A_b = bh \left(1 - \frac{2e_0 \eta}{h} \right), \quad (4)$$

где η – коэффициент, учитывающий влияние прогиба на несущую способность внецентренно сжатых бетонных элементов, который определяется по формуле:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}, \quad (5)$$

где N_{cr} – условная критическая сила, отражающая напряженно-деформированное состояние сжатого стержня в предельном состоянии и зависящая от геометрических характеристик, деформативных свойств бетона, эксцентриситета продольной силы и длительности действия нагрузки:

$$N_{cr} = \frac{6.4E_b I_b}{\varphi_l l_0^2} \left(\frac{0.11}{0.1 + \delta_e} + 0.1 \right), \quad (6)$$

где φ_l – коэффициент, учитывающий влияние длительного действия нагрузки на прогиб элемента в предельном состоянии, равный:

$$\varphi_l = 1 + \beta \frac{M_l}{M}, \text{ но не более } 1 + \beta, \quad (7)$$

где β – коэффициент, отражающий деформативные свойства бетона во времени (ползучесть) и принимаемый в зависимости от вида бетона равным: для автоклавного бетона – 1,3, для неавтоклавного бетона – 1,5;

M – момент относительно растянутой или менее сжатой грани сечения от действия постоянных, длительных и кратковременных нагрузок;

M_l – то же, от действия постоянных и длительных нагрузок;

l_0 – расчетная длина внецентренно сжатого бетонного элемента;

δ_e – относительный эксцентриситет, определяемый по формуле:

$$\delta_e = \frac{e_0}{h}, \quad (8)$$

при этом должны выполняться условие

$$\delta_e \geq \delta_{e,\min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{h} - 0,01 R_b. \quad (9)$$

Для элементов прямоугольного сечения формула для определения условной критической силы приобретает вид:

$$N_{cr} = \frac{8E_b A_b}{15\varphi_l \left(\frac{l_0}{h} \right)^2} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right). \quad (10)$$

Если изгибающие моменты (или эксцентриситеты) от действия полной нагрузки и от суммы постоянных и длительных нагрузок имеют разные знаки, то при абсолютном значении эксцентриситета полной нагрузки $|e_0| > 0,1h$ следует принимать $\varphi_l = 1,0$.

При $|e_0| \leq 0,1h$

$$\varphi_l = \varphi_{ll} + 10(1 - \varphi_{ll}) \frac{e_0}{h}. \quad (11)$$

Вывод

В результате анализа КТ НПБ установлено, что применение этого материала на сегодняшний день в качестве стенового работающего в условиях внецентренного сжатия, актуально и возможно при прочности 4... 5 МПа, при этом эксцентриситет приложения нагрузки в наружных стеновых элементах из КТ НПБ должен составлять не менее 2 см.

Литература

1. Лаповская С.Д., Волошина Т.Н. Ячеистый бетон для однослойных ограждающих конструкций // Сб. труд. «Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве». Вып. 2. – Днепропетровск: ПГАСА, 2005. – с.184-188.
2. Костюк А.И., Постернак С.А., Постернак И.М. Обзор развития, состояния и применения конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавно пенобетона в конструкциях и изделиях // Вісник ОДАБА. Вип. 10, - Одесса, 2003. – с.109-114.
3. Кривицкий М.Я., Левин Н.И., Макаричев В.В. Ячеистые бетоны (технология, свойства и конструкции) / НИИЖБ, ЦНИИСК Госстроя СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1972. – 137с.
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 26 травня 2004 р. №684 «Програма розвитку виробництва ніздрюватобетонних виробів та їх використання у будівництві на 2005-2011 роки» // Строительные материалы и изделия. – 2004. – №4. – с.34-37.
5. Маргыненко В.А. Принципиальные решения формовочно-резательного оборудования при реконструкции заводов силикатного кирпича // Сб. труд. «Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве». Вып. 2. – Днепропетровск: ПГАСА, 2005. – с.53-59.
6. Постернак А.А., Костюк А.И., Постернак И.М., Постернак С.А. Стеновые элементы из конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавно пенобетона с учетом изменения наполнителя // Вісник ОДАБА. Вип. 21, - Одесса, 2006. – с.193-202
7. Левин Н.И., Макаричев В.В., Милейковская К.М. Примеры расчета конструкций из ячеистых бетонов. М.: Стройиздат, 1967, - 184с.
8. Морозов Н.В. Конструкции стен крупнопанельных жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1964. – 292с.
9. Колотилов Ф.Н. Исследования крупнопанельных конструкций из мелкозернистого бетона на заполнителе из пыльных известняков: Дис... канд. техн. наук: 05.23.01. – Одесса, 1964. – 168с.
10. Морозов Н.В., Спивак Н.Я., Акбулатов Ш.Ф. Стеновые однослойные и многослойные панели для жилых домов. Научное сообщение. – М.: Стройиздат, 1958. – 100с.
11. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов (к СНиП 2.03.01 – 84. Бетонные и железобетонные конструкции) / НИИЖБ, ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР. 1986. С. 92.