

УДК 691.327.33

## К ВОПРОСУ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*В.Н. Моргун, А.Ю. Богатина, Л.В. Моргун*

Показано, что из дисперсно армированного пенобетона можно возводить однослойные стены со стабильными во времени эксплуатационными свойствами.

*Ключевые слова:* энергоэффективность; дефекты; фибропенобетон.

---

## TO THE ISSUE OF THE ANALYSIS EFFICIENCY OF MODERN WALL CONSTRUCTION

*V.N. Morgun, A.U. Bogatina, L.V. Morgun*

It is shown that the disperse-reinforced concrete, you can build a single layer wall with time-stable performance.

*Keywords:* efficiency; defects; fiberfoamconcrete.

Урбанизация социума в XX в. создала предпосылки для повышения уровня требований к санитарно-гигиеническим условиям и сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций зданий. Ряд европейских стран, начиная со второй половины XX в., регламентируют энергоэффективность строящихся и реконструируемых зданий, то есть применяют энергетические стандарты [1, 2]. В связи с этим, в условиях урбанизации перед строителями возникла глобальная проблема снижения массы стен при обеспечении ими требуемых санитарно-гигиенических и теплотехнических свойств.

Опыт возведения многоэтажных зданий из искусственных камней показывает, что самым распространенным и широко применяемым является

керамический кирпич [1, 3], свойства которого по величине теплопроводности ( $\lambda = 0,40-0,65$  Вт/м · К) не позволяют возводить энергоэффективные стены. Поэтому с конца 1990-х гг. началось массовое строительство зданий с наружными облегченными стенами с лицевым слоем из кирпичной кладки. Из-за отсутствия достаточного опыта проектирования и возведения облегченных стен при строительстве многих зданий, были допущены и продолжают допускаться ошибки. К их числу относятся неправильное применение и укладка утеплителей, и отсутствие либо некачественное исполнение горизонтальных и вертикальных деформационных швов. Такие дефекты проявляются не в момент сдачи объектов в эксплуатацию, а спустя несколько



Фото 1 – Дефекты трехслойных стен с фасадной облицовкой из кирпича



Фото 2 – Дефекты трехслойных стен внутри помещений

лет после этого. В результате при эксплуатации таких зданий происходит обрушение облицовки, появляется плесень, существенно ухудшаются санитарно-гигиенические условия внутри помещений [1]. Только в Москве насчитывается несколько десятков строений с выявленными дефектами лицевого слоя из кирпичной кладки и заплесневелыми стенами (фото 1 и 2).

Если не предпринимать мер по устранению дефектов, то объем негативных последствий такого способа устройства стен увеличится.

Если в ходе капитального ремонта сооружения принимается решение о необходимости доведения ограждающих конструкций до современного уровня требований к сопротивлению теплопередаче, то достаточно часто осуществляют утепление стен с внутренней стороны. Недостаток такого утепления обусловлен тем, что массивная, хорошо аккумулирующая тепло часть стены из кирпича или керамзитобетона, зимой эксплуатируется в зоне отрицательных температур. В зимнее время водяной пар, образующийся в помещении, и диффундирующий наружу благодаря разности парциальных давлений, неизбежно конденсируется за слоем утеплителя, то есть на внутренней поверхности массивной части стены. Накопившийся за зиму конденсат не успевает испариться за лето. Это приводит к прогрессирующему отсыреванию стен и развитию на их внутренней поверхности (фото 2) плесени, микроорганизмов, а значит, к ухудшению санитарно-гигиенических свойств помещения.

Кроме кирпича в XX в. для устройства стен зданий стали применять изделия из ячеистых бетонов. Объекты, построенные из таких бетонов, успешно эксплуатируются в России более 80 лет [4]. Применение ячеистобетонных материалов автоклавного производства обеспечивает низкую

стоимость квадратного метра жилья и высокую комфортность среды обитания. Особо высокой эффективностью изделия из ячеистых бетонов обладают в том случае, когда их применяют при возведении многоэтажных зданий.

Однако материалы безавтоклавного производства не рекомендуется применять для устройства конструкций, эксплуатирующихся в среде с высокой относительной влажностью [4]. Такие материалы обладают сравнительно высокими усадочными деформациями – до 5–7 мм/м, в зависимости от рецептуры и плотности. С 2002 г. в Ростове-на-Дону несколько малых предприятий освоили технологию изготовления дисперсно армированного отрезками синтетических волокон пенобетона безавтоклавного твердения [5]. Экспериментально установлено и практически подтверждено, что влажностная и карбонизационная усадки пенобетонов дисперсно армированных волокнами – фибропенобетонов (ФПБ) в 3–8 раз ниже, чем у равноплотного ячеистого бетона, изготовленного по традиционным технологиям [6]. Это позволяет при изготовлении мелкоштучных изделий из ФПБ придавать им технологически эффективную форму (фото 3) и прогнозировать возможность применения этого материала в изгибаемых элементах строительных конструкций [7].

В чем же отличие изделий из безавтоклавного фибропенобетона от изделий, изготовленных из автоклавных бетонов или других видов эффективных строительных материалов? Прежде всего, в повышенной прочности на растяжение. Это свойство позволяет изготавливать из него изделия любой формы 2-го класса точности. Важно учитывать, что современные стеновые изделия, выпускаемые у нас в стране и за рубежом, имеют, как правило, 4-й класс точности. Поэтому конструкции из них приходится оштукатуривать. И только после этой

Таблица 1 – Эксплуатационные свойства фибропенобетонов

| Плотность, кг/м <sup>3</sup> | Прочность, МПа |                       | Теплопроводность, Вт/(м·°С) |      |      | Равновесная влажность, % |     | Морозостойкость, циклы | Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па) |
|------------------------------|----------------|-----------------------|-----------------------------|------|------|--------------------------|-----|------------------------|--------------------------------|
|                              | сжатие         | растяжение при изгибе | сухой                       | А    | Б    | А                        | Б   |                        |                                |
| 200                          | 0,5            | 0,2...0,3             | 0,061                       | 0,08 | 0,10 | 6,5                      | 8,2 | -                      | 0,24...0,25                    |
| 300                          | 0,7...0,9      | 0,2...0,5             | 0,069                       | 0,09 | 0,11 | 5,6                      | 7,1 | 25...35                | 0,22...0,23                    |
| 400                          | 0,7...1,5      | 0,5...0,8             | 0,078                       | 0,10 | 0,13 | 5,2                      | 6,3 | 35...50                | 0,21...0,22                    |
| 500                          | 1,0...2,0      | 0,7...1,1             | 0,092                       | 0,13 | 0,16 | 5,0                      | 5,9 | 50...70                | 0,18...0,21                    |
| 600                          | 1,5...2,5      | 0,9...1,5             | 0,115                       | 0,17 | 0,21 | 4,8                      | 5,5 | 70...100               | 0,15...0,18                    |
| 700                          | 2,0...3,5      | 1,1...1,8             | 0,145                       | 0,21 | 0,24 | 4,6                      | 5,2 | 70...100               | 0,12...0,15                    |
| 800                          | 2,5...5,0      | 1,5...2,8             | 0,171                       | 0,24 | 0,27 | 4,5                      | 5,2 | 100...150              | 0,10...0,13                    |

операции готовить стены под интерьерную или фасадную отделку.

Стеновые конструкции из мелкоштучных (фото 3) ФПБ изделий лучше всего изготавливать однослойными. Они обладают повышенным сопротивлением звуко- и теплопередаче, имеют достаточную для сохранения комфортности паропроницаемость (таблица 1). Уровень транспортного и бытового шума в современном городе также предъявляет повышенные требования к акустическим свойствам строительных материалов.

Поскольку необходимость улучшения теплотехнических свойств ограждающих конструкций зданий закреплена на законодательном уровне и не вызывает сомнений, особо хотелось бы остановиться на показателях паропроницаемости.

Металлопластиковые окна современного здания в сочетании с паронепроницаемыми многослойными стенами превратили наши квартиры в банные помещения, где относительная влажность среды опускается до комфортного уровня только при наличии принудительной вентиляции. Мы не

призываем отказаться от окон со стеклопакетами. Эти строительные изделия эффективно разделяют тепловые и звуковые потоки. Однако стены должны “дышать”, поэтому строить их предпочтительнее из паропроницаемых материалов, обладающих долговечностью, сопоставимой со сроками эксплуатации зданий.

Результаты исследований показывают, что по величине морозостойкости ФПБ в 2–3 раза лучше равноплотных автоклавных ячеистых бетонов. Изделия из ФПБ под действием нагрузок разрушаются пластично, обильным количеством деформаций предупреждая о возможной утрате несущей способности (фото 4). Процесс полного разрушения сопровождается выделением каменной крошки размером до 5 мм. В то время как при разрушении других видов каменных материалов наблюдается хрупкое, практически мгновенное разрушение с образованием крупноразмерных, опасных для здоровья людей фрагментов.

Конструкции железобетонных перемычек представляют собой “мостики холода”, ухудшаю-



Фото 3 – Блоки из безавтоклавного ФПБ со средней плотностью 400 кг/м<sup>3</sup>



Фото 4 – Испытания перемычек из фибропеножелезобетона



щие эксплуатационные свойства зданий. На фото 4 показаны испытания фибропеножелезобетонной перемычки прямоугольного сечения длиной 2,5 м, армированной плоским каркасом. Плотность фибропенобетона составляла  $720 \text{ кг/м}^3$ . Масса перемычки – 66 кг, что в 2,5 раза легче традиционной железобетонной, а несущая способность превысила расчетную нагрузку  $800 \text{ кгс/м}$  ( $7,85 \text{ кН/м}$ ) в 1,3 раза. Процесс разрушения фибропеножелезобетонных перемычек (фото 4) характеризуется обилием разнонаправленных трещин, что свидетельствует об их пластичности.

Достигнуто весьма существенное снижение материалоемкости и трудоёмкости возведения зданий хлебозавода и цеха розлива масла Агропромышленной группой «ЮГ РУСИ» за счет применения стеновых блоков пазошпоночной конструкции (фото 3). К числу преимуществ конструкций из ФПБ проектно-конструкторское бюро «ЮГ РУСИ» относит:

- отсутствие отходов стеновых материалов при выполнении кладочных работ;
- возможность облицовки стен керамической плиткой без применения дополнительных крепежных элементов на высоту до 3-х метров;
- сокращение сроков сдачи в эксплуатацию строительных объектов.

Таким образом, можно сделать вывод, что перспективы строительства доступного жилья при широком использовании изделий из фибропенобетона являются весьма привлекательными, поскольку позволяют строителям возводить объекты, отличающиеся:

- низкими энерго-, трудо- и материальными затратами;
- необходимыми тепло- и звукоизоляционными свойствами;

- высокой долговечностью и возможностью получения разнообразного архитектурного облика.

Устройство разделительных перегородок в помещениях с относительной влажностью среды выше 75 % традиционно выполняется из кирпича или бетона слитной структуры. Эти способы возведения конструкций обладают рядом отрицательных свойств, самыми значимыми из которых являются:

- высокая масса  $\text{м}^2$  перегородки;
- недостаточные звукоизолирующие свойства;
- необходимость применения высококвалифицированного ручного труда при устройстве конструкции.

Эксплуатационные свойства ФПБ (см. таблицу 1) позволяют применять его без ограничений для устройства разделительных перегородок в помещениях с относительной влажностью среды более 75 %. Кроме того, коэффициент размягчения ФПБ равен 1, а не 0,9–0,8, как у других видов ячеистых бетонов [8].

Перегородочные блоки для влажных помещений должны иметь плотность не ниже  $700 \text{ кг/м}^3$  и устанавливаться на выравнивающем слое цементно-песчаного раствора не ниже класса В3,5 с обязательной установкой шпонок из ФПБ и заполнением пазов цементно-песчаным раствором. Опыт показывает, что благодаря адгезионным свойствам поверхности материала можно отказаться от крепления промежуточных сеток. При установке в помещении навесного оборудования нижний ряд перегородочных блоков укладывают в направляющую галтель [9], которая крепится к основанию конструкции пола (рисунок 1).

Оклеенная гидроизоляция в составе пола заводится на поверхность перегородки на высоту не менее 300 мм. После установки блоков в конструкцию

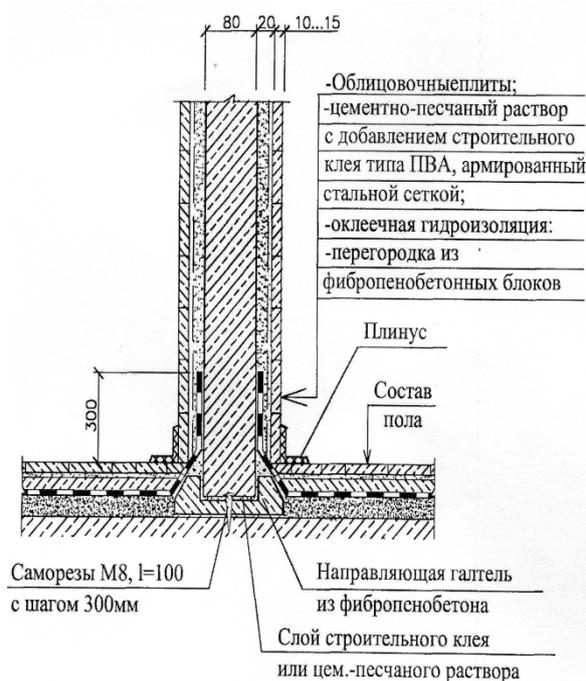


Рисунок 1 – Схема перегородки из фибропенобетона для влажных помещений

перегородки зазор между нижней гранью конструкции перекрытия и верхом перегородки точно расклинивается монтажной пеной с последующей тщательной заделкой пространства цементно-песчаным раствором.

В результате, из набора работ исключается трудоемкая и “мокрая” операция – оштукатуривание поверхности перегородки. Это стало возможным благодаря высокой прочности ФПБ на растяжение при изгибе, позволяющей обеспечивать 2-й класс точности геометрических размеров изделий. Предлагаемое конструктивное решение устройства перегородок во влажных помещениях позволяет комплексно уменьшать трудо- и материалоемкость строительно-монтажных работ при одновременном повышении их качества и эксплуатационных свойств. По показателю звукоизоляции свойства перегородок улучшаются более чем в два раза по сравнению с кирпичными, а масса 1 м<sup>2</sup> стены – в три раза.

Таким образом, дисперсное армирование пенобетонов способно принципиально улучшать их эксплуатационные свойства и создает научно

и практически обоснованные предпосылки для широкого применения этого материала в качестве стенового. Сравнительный анализ эксплуатационных свойств трех- и однослойных стеновых конструкций показал, что обеспечение современного уровня сопротивления теплопередаче требует при устройстве многослойных стен высокого уровня квалификации работающего персонала и четкого соблюдения технологической дисциплины. Применение ФПБ в качестве стенового, позволяет экономить материальные и трудовые ресурсы, гарантированно обеспечивая высокий уровень эксплуатационных свойств стен.

#### Литература

1. Ищук М.Ф. Отечественный опыт возведения стен из облегченной кладки / М.Ф. Ищук. М.: РИФ “Строительные материалы”, 2008. 140 с.
2. Пашковская И.Г. Энергетическая политика Европейского Союза в отношении России / И.Г. Пашковская // Аналитические докл. МГИМО МИД РФ. 2011. Вып. 5(29). 49 с.
3. Котляр В.Д. Стеновая керамика на основе кремнистых опал-кristобалитовых пород – опок / В.Д. Котляр. Ростов н/Д: ЗАО “Ростиздат”, 2011. 277 с.
4. Большаков В.И. Производство изделий из ячеистого бетона по резательной технологии / В.И. Большаков, В.А. Мартыненко, В.В. Ястребцов. Днепропетровск: “Пороги”, 2003. 141 с.
5. Моргун Л.В. Сырьевая смесь для изготовления ячеистых материалов и способ её изготовления / Л.В. Моргун, В.Н. Моргун. Патент РФ на изобретение № 229654.
6. Моргун Л.В. Пенобетон / Л.В. Моргун. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2012. С. 154.
7. Моргун В.Н. Применение арматуры в изделиях из фибропенобетона / В.Н. Моргун, Л.В. Моргун, А.В. Виснап // Строительные материалы. 2001. № 7. С. 52–54.
8. ГОСТ 10180–86. Бетоны. Определение прочности по контрольным образцам, п. 6.3.
9. Моргун Л.В. Погонажные сборные изделия для теплоизоляции мест сопряжения стен и оконных или дверных блоков – галтели и вкладыш-галтели / Л.В. Моргун, А.Ю. Богатина и др. Патент РФ на полезную модель № 45438. Оpubл. 10.05.2005. БИ № 13.