

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 ($\lambda = 0,40\text{--}0,65 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$) 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 ³	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/м³



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 кг/м^3 . Масса перемычки – 66 кг, что в 2,5 раза легче традиционной железобетонной, а несущая способность превысила расчетную нагрузку 800 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 пазопоночной 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 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 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

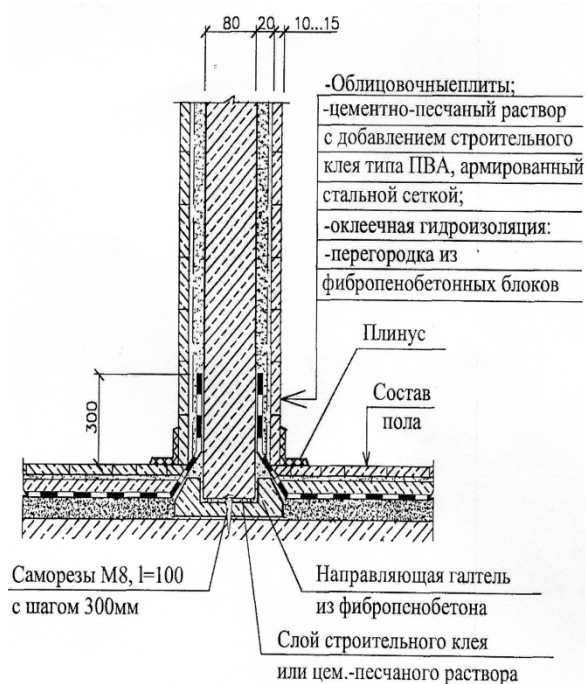


Рисунок 1 – Схема перегородки из фибропенобетона для влажных помещений

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 м² 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.