



Л.В. Моргун

# Строительная наука – национальной программе «Доступное жилье»

Л.В. Моргун\*

Стратегические задачи, поставленные Президентом и Правительством перед исполнителями программы «Доступное жилье», требуют интенсивного и эффективного развития базы строительной индустрии. Анализ существующей ситуации показывает, что на строительный рынок России стремятся попасть производители самых разных строительных материалов, свойства которых далеко не всегда удовлетворяют комплексным требованиям по теплоэффективности, комфортности, долговечности, надежности и ремонтпригодности, предъявляемым к материалам не только на момент возведения, но и при эксплуатации зданий.

Для того чтобы понять причины и движущие силы этого нерационального для России процесса, обратимся к документам, регламентирующим деятельность строительного комплекса за рубежом. Правительства многих развитых стран мира уделяют огромное внимание повышению энергоэффективности строящихся и реконструируемых зданий. Там действуют энергетические стандарты, которые обязывают архитекторов проектировать, а застройщиков – возводить только энергосберегающие здания. За последние два десятилетия требования к энергосбережению в строительстве Германии повысились почти на 100%. С 1 января 2006 г. в странах ЕС вступила в действие «Директива по энергетическим показателям эксплуатации зданий»! Этот документ повышает требования к энергоэффективности строящихся и реконструируемых зданий во всех странах – членах ЕС. Вот выдержки из Директивы:

– правила использования энергии в странах – членах ЕС должны пересматриваться не реже, чем раз в 5 лет (раньше такой период составлял 10, а в некоторых странах – 20 лет);

– начиная с января 2006 г. все здания площадью более 1 тыс. м<sup>2</sup>, проходящие капитальный ремонт, должны быть модернизированы в соответствии с современными стандартами энергопользования;

– все здания, которые будут построены, арендованы, проданы или к которым будет предоставлен публичный доступ, должны иметь сертификат энергопотребления, выданный не более 10 лет назад.

Директива учитывает, что наибольший эколого-экономический эффект достигается в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве при снижении энергозависимости за счет внедрения энергосберегающих технологий. Именно здания обладают наибольшим потенциалом экономии энергии – за счет повышения эффективности их систем изоляции.

С этой точки зрения весьма привлекательной кажется технология крупнопанельного деревянного домостроения, предлагающая возводить дома из панелей, представляющих собой деревянный каркас, обшитый снаружи цементно-стружечной плитой, изнутри – гипсоволокнистым листом и заполненный утеплителем «Изовер». Панели изготавливаются в заводских условиях, имеют точные размеры и собираются в готовый объект на строительной площадке в весьма короткие сроки. Не будем спорить о достоинствах, они очевидны. Обратим внимание лишь на недостатки, о которых авторы технологии умалчивают и которые проявляются не в момент сдачи объекта приемочной комиссии, а несколько позже, то есть после некоторого срока эксплуатации.

Трехслойная панель содержит эффективный утеплитель «Изовер» и с наружной стороны ображена паро- и воздухопроницаемой цементно-стружечной плитой. При эксплуатации дома пар, диффундирующий от теплого к холодному через воздухо- и паропроницаемый гипсоволокнистый лист, будет накапливаться в утеплителе в виде конденсата влаги, в результате чего:

– последний сначала ухудшит свои теплоизоляционные свойства, а затем обеспечит постоянное увлажнение гипсоволокнистого листа;

– при увлажнении гипсоволокнистый лист деформируется;

\* Моргун Л.В. – д.т.н., профессор Ростовского Государственного строительного университета.

– «Изовер» уплотнится и резко повысит теплопроводность.

Следствием таких эксплуатационных воздействий становится гниение деревянного каркаса, появление «мокрых пятен» внутри помещения, несмотря на грамотно выполненную гидроизоляцию фундамента. Опыт показывает, что такие явления имеют место через 3–6 лет эксплуатации строительного объекта. Приведенные недостатки вовсе не исключают применения данной технологии в строительстве. Надо лишь учитывать, что она годится для возведения зданий мобильного типа, поскольку в таких зданиях предусматривается периодическая замена теплоизоляционного слоя. И совершенно не рекомендуется для строительства капитальных жилых зданий, предназначенных для длительных сроков эксплуатации.

Аналогичные претензии можно предъявить практически к любым трехслойным конструкциям, широко рекламируемым практически во всех регионах Российской Федерации. Разница между «Русской стеной» и «технологией крупнопанельного деревянного домостроения» состоит только в том, что вместо «Изовера» предлагается применять вспененный полистирол (ППС).

Результаты независимой оценки работы ППС в составе трехслойных строительных конструкций показывают, что такая теплоизоляция наносит огромный вред не только строительным конструкциям, но и здоровью людей. В конструкциях домов, строящихся во многих городах РФ, предусмотрено устройство теплоизоляционного слоя внутри стены. Это решение, вполне рациональное на первый взгляд, в действительности существенно ухудшает свойства стены. Она становится физически и структурно неоднородной, внутри нее появляются поверхности раздела между материалами, обладающими разной плотностью и паропроницаемостью. Такое сочетание материалов создает условия для накопления влаги в слое с минимальной плотностью. При эксплуатации теплопроводность стены за счет повышения влажности резко возрастает. Из-за этого весь эффект энергосбережения, который обозначался на расчетном уровне, далее будет ликвидирован.

Очень важно такое свойство пенополистирола (ППС), как физическая нестабильность, сопровождающаяся выделением хлороформа, изопропилбензола, этилбензола, бензола, ксилола, триметилбензола, нафталина и ряда других соединений. Замеры, проведенные экспертами Научного центра экологической токсикологии в Москве, показали, что содержание токсичных веществ в панелях жилых домов, включающих пенополистирол в качестве утеплителя, превышает ПДК в 10 и даже 100 раз. Те же самые токсичные веще-

ства, превышающие ПДК в несколько раз, присутствовали в воздухе жилых помещений. Оценку физической стабильности ППС производства предприятий Белоруссии выполняли сотрудники кафедры теплогазоснабжения Белорусского национального технического университета (БНТУ). По их данным, температура возгонки беспрессового ППС продукции Слуцкого ССК и ряда других составляет от +55 до +60°С. Ими зафиксированы случаи, когда ППС, уложенный в трехслойную конструкцию на заводской технологической линии, исчезал после тепловой обработки. Такое же явление наблюдалось при обследовании зданий после 3...5 лет эксплуатации.

Весьма показателен такой пример. В Финляндии в 7 метрах от дома, утепленного пенополистиролом, загорелась урна с мусором. Надо полагать, что по качеству теплоизолятор был не хуже того, который выпускают в Белоруссии. В результате горения мусорки была полностью разрушена наружная теплоизоляция дома. Пример показывает, что и в легких штукатурных системах применение полистирола должно быть ограничено. Почему? Да потому что летом солнышко нагревает поверхность выкрашенного фасада от +80 до +120°С.

Вряд ли найдется специалист, который не согласится с тем, что самым привлекательным стеновым теплоизоляционным материалом современности, безусловно, является ячеистый бетон. Эффективность применения этого материала в строительстве признана во всем мире и не имеет себе равных. Однако потребителю следует хорошо ориентироваться в разновидностях этого материала с тем, чтобы не только правильно его применять, но и обеспечивать возведенный с применением такого материала объект наилучшими показателями теплоэффективности, комфортности, долговечности, надежности и ремонтпригодности. Прежде всего, ячеистые бетоны автоклавного и естественного твердения весьма сильно различаются по таким эксплуатационным свойствам, как прочность и морозостойкость.

У автоклавных прочность на сжатие выше потому, что они изготавливаются из мелкодисперсных сырьевых компонентов, обрабатываемых перегретым паром при избыточном давлении от 12 до 15 атмосфер на полностью автоматизированных технологических линиях. Такая технология, обеспечивая относительно высокую прочность материала на сжатие, характеризуется высокой энергоемкостью технологического процесса (порядка 600 кВт·ч/м<sup>3</sup> материала). Рост прочности на сжатие у автоклавных материалов не сопровождается пропорциональным ростом прочности на растяжение и составляет не более 10%, что предопределяет их низкую трещиностойкость. Т.е. применение изделий из автоклавных

ячеистых бетонов требует обязательной защиты их поверхности от атмосферных воздействий, особенно тщательной при эксплуатации материала в условиях резко континентального климата, и ограничивает их номенклатуру только стеновыми.

Большой урон престижу неавтоклавных материалов наносят малые предприятия, не способные к четкому соблюдению технологии. Они предлагают потребителю низкокачественные изделия потому, что технологические линии работают на оборудовании, управляемом вручную или полуавтоматически. Такое оборудование не позволяет точно дозировать компоненты, а технология пенобетонных смесей чрезвычайно чувствительна к качеству сырья и точности его дозирования.

Научные разработки РГСУ, прошедшие промышленную апробацию в Ростове-на-Дону, доказывают, что в настоящее время можно производить высококачественный ячеистый бетон естественного твердения, свойства которого по всем показателям лучше автоклавно. Это фибропенобетон.

Фибропенобетон по своей структуре похож на пористую древесину, то есть легкий, прочный не только на сжатие, но и на растяжение при изгибе. Известно, что прочность на растяжение при изгибе для большинства каменных материалов, применяемых в строительстве, составляет 5–10 % от прочности на сжатие. Исключение составляет асбестоцемент, у которого прочность на растяжение при изгибе достигает 50...120 % от прочности на сжатие. Более 100 лет известно, что изделия из асбестоцемента отличаются высокой долговечностью и низкой материалоемкостью. У фибропенобетона (ФПБ) прочность на растяжение при изгибе составляет 50...80 % от прочности на сжатие, поэтому строительные изделия из него также обладают улучшенными технико-экономическими свойствами и большей долговечностью, чем материалы, не имеющие в своем составе волокон. Такие свойства ФПБ имеет благодаря запатентованной технологии и применению специального оборудования. Материал не горит, «дышит» как кирпичная стена, не бьется и не трескается, но хорошо пилится. Морозостойкость – 100 и более циклов. Для сравнения – требования к лицевому кирпичу по морозостойкости не превышают 50 циклов. А вот теплопроводность у ФПБ в 3–8 раз меньше, чем у кирпича, и это свойство позволяет стены делать тонкими и



Рис. 1. Конструктивные особенности стеновых изделий из ФПБ

теплыми. Зимой можно мало расходовать газа, а летом не нуждаться в кондиционере.

Фибропенобетон (ФПБ) отличается от традиционно выпускаемых видов ячеистых бетонов:

- повышенными прочностью при растяжении и вязкостью разрушения;
- пониженными теплопроводностью и усадочной деформативностью.

Что дает потребителю такое изменение свойств материала? Прежде всего возможность получения высокоточных изделий сложной формы (рис. 1).

Такую форму (рис. 1) изделия могут иметь благодаря высокой прочности на растяжение при изгибе, что делает каменный материал весьма похожим на древесину, только без ее недостатков. Пазовая конструкция стенового блока в сочетании со 2-м классом точности размеров предопределяет пониженные требования к уровню квалификации рабочих, осуществляющих кладку, и делает такую продукцию весьма привлекательной для частных застройщиков, военных строителей и тех регионов страны, в которых ощущается дефицит квалифицированных строителей.

Укладка первого ряда стены осуществляется традиционно, в соответствии с требованиями технологии строительного производства, т.е. на слой из цементно-песчаного раствора, который позволяет строго регулировать вертикальность будущей конструкции. А вот дальнейшая кладка может осуществляться практически вслепую, так как высокая точность геометрических размеров в сочетании с пазошпоночной конструкцией изделия позволяет применять в строительстве принцип «Лего» (рис. 2).

Реализация этого принципа в сочетании с высокой прочностью материала при растяжении, исключая возможность появления выколов и трещин от воздействия случайных ударных нагрузок, позволяет отказываться от оштукатуривания поверхности стен, выполненных из таких изделий потому, что степень шероховатости не превышает 2 мм. А это значит, что для получения гладкой поверхности стены вполне достаточно шпатлевания.

На рис. 2 представлено фото помещения со стенами из ФПБ-блоков до начала шпаклевочных работ, на котором хорошо видна четкая геометрия углов и плоскостей. На рис. 3 – фото интерьера помещения после проведения электротехнических работ, крепления отопительного оборудования и шпатлевания стен. Хорошо видно,



**Рис. 2. Межкомнатная перегородка из блоков пазошпоночной формы**

что слой шпатлевки полупрозрачен. Это значит, что для выравнивания поверхности под отделку обоями требуется совсем незначительный по толщине слой выравнивающего материала.

Если сравнивать по теплопроводности равноплотные газо-, пено- и фибропенобетон

(табл.), то значения будут убывать соответственно по мере перехода от одного материала к другому, у ФПБ теплопроводность на 15–20% меньше. ФПБ отличается от других видов ячеистых бетонов пониженной воздухо- и паропроходимостью. То есть, с одной стороны, очень хорошо, что материал «дышит», а с другой – весьма привлекательны параметры дыхания, не требующие специальных видов защиты от продувания.

Опыт применения ФПБ строительными организациями Южного федерального округа показывает, что грамотное использование научных достижений на практике позволяет эффективно расходовать материальные ресурсы, снижать материал- и трудоемкость строительного производства, достигать высоких технико-экономических и архитектурно-художественных результатов при использовании отечественных строительных материалов.

Пионером применения изделий из фибропенобетона является ООО «Монолитное индустриальное строительство». Применение галтелей, погонажных теплоизоляционных изделий из фибропенобетона плотностью 500 кг/м<sup>3</sup>, позволило ООО «МИС» уменьшить трудозатраты при отделке фасада в микрорайоне «Миллениум» за счет исключения штукатурных из обязательного набора строительных работ (рис. 4). В настоящее время галтели для улучшения теплоизоляционных свойств мест сопряжения оконных и дверных блоков применяют в строительстве частные застройщики и такие фирмы, как «Дон-Спарк», «Вант», «Руслан», «Строитель», «Донэнергоремонт», «Вектор-Монолит», «Вектор-Элисхан», «Единство», «Плеяда», «Зодчий», «СтройМонолитСервис», «Южная строительная компания» и многие другие.

В любом здании нагрузки на оконный блок компенсируются перемычками. Традиционно железобетонные перемычки представляют собой «мостики холода», которые существенно ухудшают теплотехнические свойства ограждающих конструкций зданий, поэтому в настоящее время над оконным

проемом зачастую устанавливают не одну толстую перемычку, а несколько тонких. Причем теплоизоляционные свойства такой составной конструкции улучшаются за счет малотеплопроводных прокладок, устанавливаемых между элементами. На момент сдачи объекта в эксплуатацию все прекрасно. А вот о том, как осуществить замену теплоизоляционных слоев после их слеживания в условиях эксплуатации, строители предпочитают не задумываться.

В Ростове-на-Дону освоен выпуск теплоэффективных перемычек брускового и арочного типа из фибропеножелезобетона (рис. 5), что позволяет исключить необходимость дополнительной теплоизоляции этого элемента стеновых конструкций. Кроме того, если стены выполнены из теплоэффективных материалов, а затем оштукатурены, то строители вынуждены очень часто их ремонтировать из-за того, что в местах сопряжений перемычек со стеной возникают косые трещины. Использование фибропеножелезобетонных перемычек позволяет либо вообще исключить эти проблемы, либо в разы увеличивать межремонтный период оштукатуренных стен.

Современное строительство в массовом порядке переходит к каркасному типу зданий, который позволяет реализовывать большее количество вариантов фасадных и планировочных решений, чем это возможно для зданий с продольными или поперечными несущими стенами. Основные усилия специалистов направлены на улучшение герметичности строительных конструкций, совершенствование вентиляции, тепло- и звукоизоляции, повышение огнестойкости и защиту от солнечной радиации.



**Рис. 3. Интерьер после проведения электротехнических работ, крепления отопительного оборудования и шпатлевания стен**



**Физико-механические свойства различных видов ячеистых бетонов**

| Вид и плотность, кг/м <sup>3</sup> | Прочность, МПа |                       | Морозостойкость, циклы | Паропроницаемость, $\frac{мг}{м^2 \cdot ч \cdot Па}$ | Теплопроводность, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С) |                          | Теплоусвоение (при периоде 24 часа) s, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С) |      |      |
|------------------------------------|----------------|-----------------------|------------------------|--|---|--------------------------|--|------|------|
|                                    | сжатие         | растяжение при изгибе |                        |  | сухого                                    | для условий эксплуатации |  | А    | Б    |
|                                    |                |                       |                        |  |   | А                        | Б  |      |      |
| ФПБ 300                            | 0.5...0.7      | 0.1...0.4             | не норм.               | 0,23   | 0.069                                     | 0,09                     | 0,11   | 1,37 | 1,68 |
| ФПБ 400                            | 0,7...1,5      | 0.3...0.8             | Более 50               | 0,21   | 0.078                                     | 0,10                     | 0,13   | 1,53 | 1,99 |
| ФПБ 500                            | 1.0...2.0      | 0.5...1.5             | Более 50               | 0,18   | 0.088                                     | 0,13                     | 0,16   | 1,99 | 2,44 |
| ФПБ 600                            | 1.5...3.0      | 0.7...2.0             | Более 75               | 0,15   | 0.113                                     | 0,17                     | 0,21   | 2,60 | 3,21 |
| ФПБ 700                            | 2.0...4.0      | 1.0...2.5             | Более 75               | 0,13   | 0.142                                     | 0,21                     | 0,24   | 3,21 | 3,67 |
| ФПБ 800                            | 3.0...5.0      | 1.5...3.0             | Более 100              | 0,11   | 0.171                                     | 0,24                     | 0,27   | 3,67 | 4,12 |
| АГБ 400                            | 1.0...2.0      | Не норм.              | Не норм.               | 0,23   | 0,10                                      | 0,13                     | 0,16   | 1,53 | 1,99 |
| АГБ 600                            | 2.0...3.0      | Не норм.              | До 75                  | 0,17   | 0,14                                      | 0,17                     | 0,20   | 2,60 | 3,21 |
| ПБ 400                             | 0.5...1.0      | Не норм.              | Не норм.               | 0,23   | 0,10                                      | 0,13                     | 0,16   | 1,53 | 1,99 |
| ПБ 600                             | 1.5...2.5      | Не норм.              | До 35                  | 0,17   | 0,14                                      | 0,17                     | 0,20   | 2,60 | 3,21 |

Примечания:

ФПБ – фибропенобетон нормального твердения;

АГБ – газобетон автоклавного твердения;

ПБ – пенобетон нормального твердения.

Идут активные поиски функциональной оптимизации облицовки зданий с целью обеспечения высокого уровня комфортности и энергосбережения с учетом параметров окружающей среды. Одним из примеров решения этой проблемы может быть опыт, который приобретен в ходе строительства офисного здания «Купеческий двор», расположенного в историческом центре Ростова-на-Дону. Для этого здания была выпущена крупная партия фибропенобетонных изделий сложной геометрической формы, предназначенных для сборки карнизов. Благодаря высоким эксплуатационным свойствам фибропенобетона изделия способны эксплуатироваться без специальной защиты от атмосферных воздействий.

Одной из сложнейших градостроительных проблем является необходимость реконструкции

устаревшего жилого фонда. При этом важно с минимальными материальными затратами не только продлевать жизненный цикл существующих построек, но и правильно повышать их теплозащиту, учитывая как параметры паропроницаемости материалов, так и необходимость разнообразия архитектурного облика зданий. Самое широкое распространение получили:

- вентилируемые или навесные;
- многослойные «мокрые» штукатурные.

Обе системы понижают уровень энергопотребления, улучшают шумоизоляцию и придают зданиям новый архитектурный облик. Однако они не свободны от недостатков. Вентилируемые фасады дороги имеют многочисленные ограничения по видам крепежных материалов и элементов подконструкций. Штукатурные фасадные системы



**Рис. 4.** Монтаж оконного блока в галтель, закрепленную на перекрытии



**Рис. 5.** Арочная и брусковая перемычки из фибропеножелезобетона

дешевле навесных, однако применение слеживающихся материалов и наличие «мокрых процессов» создает ряд неудобств, связанных с сезонностью работ и применением ручного труда.

Применение фибропенобетона для утепления фасадов способно существенно снизить стоимость фасадных систем при одновременном улучшении эксплуатационных и эстетических свойств. Прежде всего потому, что фибропенобетон не слеживается в условиях эксплуатации и обладает паропроницаемостью, весьма близкой к паропроницаемости фасадных штукатурок.

Универсальные формообразующие свойства, высокая прочность при растяжении и изгибе в сочетании с низкой плотностью позволяют изготавливать из фибропенобетона плитные изделия для утепления фасадов: рядовые, карнизные, угловые и т.д. Все изделия имеют в горизонтальном сечении П-образную или плоскую форму и крепятся к наружным стенам зданий анкерными устройствами, форма и размеры которых могут соответствовать виду утепляемых стен. Обеспечение герметичности утепляемых конструкций, при сохранении требуемого уровня паропроницаемости, возможно путем применения цементных клеев, наносимых на поверхность примыкания плит утепления в местах их контакта со стенами. Регулируемые параметры плитных изделий в сочетании с высокой морозостойкостью фибропенобетона (табл.) позволяют использовать такие изделия практически во всех температурных и климатических зонах России. Фасадные системы из фибропенобетона годятся как для строительства новых зданий со сложным архитектурным обликом, так и для реконструкции или ремонта зданий. Фактура поверхности может иметь любую сложность: от орнаментальной до имитации каменной кладки. Утепление фасадов зданий фибропенобетонными плитными изделиями наиболее полно отвечает современным требованиям потому, что они:

- изготавливаются из недефицитного и экологически чистого сырья;
- при транспортировании и монтаже не получают дефектов;
- монтируются в любое время года в связи с отсутствием «мокрых процессов»;

- сочетают в себе теплоизолирующие и отделочные функции;

- при монтаже не требуют усиления несущих конструкций существующих зданий, использования грузоподъемного и транспортного оборудования;

- многообразны по форме и цветовой гамме;

- имеют пожарные и санитарные сертификаты соответствия;

- обладают высокими: морозостойкостью, шумоизоляционными и теплоизоляционными свойствами;

- обеспечивают повышение индустриализации строительно-монтажных работ и снижение материалоемкости при одновременном улучшении эксплуатационных характеристик строительных объектов.

Попытки ряда предприятий стройиндустрии выпускать подделку под фибропенобетон наносят большой ущерб репутации этого прекрасного материала, поскольку несоблюдение технологии не позволяет обеспечивать заявляемое качество изделий. Жаль, что в Ростове-на-Дону только одна технологическая линия и пока ограниченная номенклатура изделий (стеновые и перегородочные блоки, теплоизоляционные плиты, галтели, перемычки и карнизные изделия). Надеюсь, что внимание бизнес-структур к технологии, комплексно снижающей энергопотребление в строительном комплексе и повышающей уровень комфортности и эффективности строительных объектов, приведет к расширению ее применения и дальнейшему развитию.

Применение ФПБ позволяет потребителям этой продукции достигать следующих преимуществ:

- исключить бой при транспортировании и монтаже изделий в дело;

- снизить материалоемкость стеновых конструкций и зависимость строительных организаций от уровня квалификации специалистов каменной кладки и «мокрых процессов» на объекте;

- улучшить акустические и теплотехнические свойства ограждений;

- повысить производительность труда.

