

В.П. ВЫЛЕГЖАНИН, канд. техн. наук, директор, В.А. ПИНСКЕР, канд. техн. наук, научный руководитель, Центр ячеистых бетонов (Санкт-Петербург)

Автоклавный газобетон для строительства экономичного и экологичного жилья

За последний год существенно вырос объем применения автоклавного газобетона в жилищно-гражданском строительстве России. Его производство возросло, достигнув в 2008 г. 7–7,5 млн м³. Тенденция к увеличению выпуска газобетона сохраняется, т. к. продолжается строительство новых заводов и модернизация действующих.

Как показывает опыт, во многих регионах России, где строятся или построены заводы по производству автоклавного газобетона, этот материал малоизвестен, заказчики, строители и проектировщики не знают, как его правильно применять, а также не знакомы с его физико-техническими характеристиками и экологическими свойствами.

Поэтому вопрос информирования об экологических, теплотехнических, противопожарных, эксплуатационных преимуществах газобетона является актуальным.

Экологические свойства. По радиоактивности газобетон относится к I классу (низкий уровень) с приведенным излучением $A_{эфф} = 54$ Бк/кг. На рис. 1 приведены показатели радиоактивности ряда строительных материалов.

Несмотря на то что газобетон – высокопористый материал (пористость может достигать до 90%), он не является гигроскопичным. Равновесная влажность газобетонных стен по данным многолетних и многочисленных исследований находится в пределах 5–6 мас. %, а тот же показатель стен из сосны и ели в условиях прибалтийского влажного климата (согласно СНиП II-3-79*) – в 4 раза выше (20%).

Структура и размер пор обеспечивает высокую морозостойкость материала, т. к. вода, превращаясь в лед, имеет, и даже с избытком, место для расширения без угрозы разрыва материала.

Важным свойством стен из газобетона, характеризующим его как экологичный материал, является высокая паропроницаемость. Это свойство позволяет, как говорят, «дышать» стенам, обеспечивая свободный проход пара и газов (СО, СО₂, СН₄) из помещений через стену

(без ее увлажнения) и обратное поступление (извне) атмосферных отрицательно заряженных аэроионов.

Например, стена, имеющая толщину, обеспечивающую минимальное нормативное сопротивление теплопередаче для Санкт-Петербурга $R_{min} = 1,96$ м²·°С/Вт, характеризуется паропроницаемостью, мг/(м·ч·Па): из газобетонных блоков D500 на клею – 0,65; из сосны и ели – 0,18; из кирпича в зависимости от плотности на цементном растворе 0,07–0,1 (рис. 2).

Теплоаккумулирующие свойства. Теплоаккумулирующие свойства материала характеризуют количество аккумулированного тепла и отношение времени остывания материала, к аккумулированному им теплу. Чем меньше это отношение, тем быстрее теряет тепло рассматриваемый материал. На рис. 3 приведены показатели, характеризующие теплоаккумулирующие свойства ряда материалов.

Из приведенных данных следует, что у газобетона и дерева теплоаккумулирующие свойства примерно одинаковы.

Противопожарные свойства. Газобетон является негорюемым строительным материалом, обладающим низкой теплопроводностью. Это замедляет скорость потери прочности газобетона при нагревании.

При испытании на огнестойкость перегородки, выполненные из газобетонных блоков D400, D500, D600 толщиной 75 мм и 100 мм выдержали воздействие огня в течение более 150 мин, что соответствует классу огнестойкости R120.

Это характеризует газобетон как материал, из которого можно возводить противопожарные стены и применять его для защиты строительных конструкций от действий огня.

Эксплуатационные свойства. По долговечности здания, наружные стены которого выполнены с применением газобетонных панелей или блоков, не уступают зданиям со стенами, выполненными из кирпича или бетона. Например, согласно СТО 00044807-001-06 у здания с наружными стенами из панелей, выполненных из



Рис. 1. Сравнительный уровень радиоактивности строительных материалов

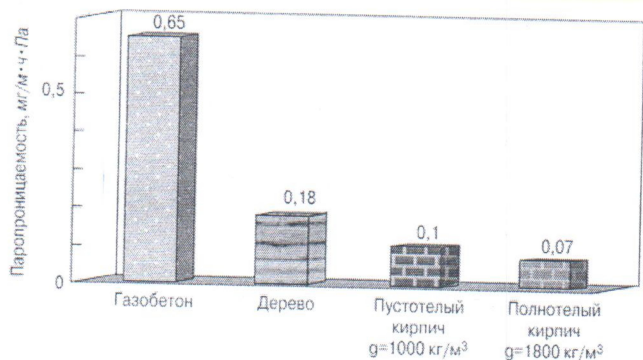


Рис. 2. Сравнительные показатели паропроницаемости стен из газобетона, дерева, кирпича имеющих сопротивление теплопередаче $R_{min} = 1,96$ м²·°С/Вт

автоклавного газобетона, прогнозируемая долговечность 125 лет, продолжительность эксплуатации до первого капитального ремонта – 55 лет. Для сравнения, продолжительность эффективной эксплуатации зданий, утепленных минераловатными или пенополистирольными плитами, до первого капитального ремонта составляет 20–35 лет.

Экономические свойства. Многолетний опыт производства автоклавного газобетона показал, что энергозатраты на его производство составляют $320 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$, при производстве плотного кирпича требуется $900 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$, пустотного – $600 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$.

Экономическая эффективность применения газобетонных блоков при строительстве несущих стен жилых зданий по сравнению с другими строительными материалами (пустотный кирпич, керамзитобетонные, пенобетонные, полистирольные блоки, деревянный брус) характеризуется следующими показателями: 1 м^2 стены с сопротивлением теплопередаче $R_0=1,96 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$ из газобетонных блоков плотностью D500 дешевле в 2,4 раза стены кирпичной, в 2,1 раза – керамзитобетонной, в 1,8 раза – деревянной, в 1,4 раза – пенобетонной.

Для продвижения газобетона в строительстве необходимо, чтобы проектировщики не боялись его закладывать в проекты. Для этого они должны иметь пособия, в которых приводятся конструктивные решения и методы расчета таких конструкций.

До настоящего времени для проектирования конструкций из ячеистого бетона необходимо было иметь более 40 нормативных документов, которые содержат требования, противоречащие друг другу. Методики расчета основаны на эмпирических зависимостях, введенных для пластичного материала, и, по определению, непригодны для упруго-хрупкого автоклавного ячеистого бетона. Возникла необходимость откорректировать старые нормы проектирования конструкций из ячеистого бетона, в основном повторяющие формулы для железобетонных конструкций из тяжелого бетона, учтя теорию хрупкого разрушения и результаты многочисленных испытаний ячеисто-бетонных конструкций, проведенных во многих институтах бывшего СССР и РФ.

По заданию Ассоциации строителей России Центром ячеистых бетонов разработан общероссийский стандарт СТО 501-52-01–2007 Части I и II «Проектирование и возведение ограждающих конструкций жилых и общественных зданий с применением ячеистых бетонов в Российской Федерации». Он введен в действие решением Совета АСР с 25.01.2007 г., второе дополненное издание часть I – с 16.12.2008 г.

В СТО приведены общие технические требования к ячеистому бетону всех видов (автоклавных и неавтоклавных), к материалам для их изготовления, нормативные и расчетные характеристики (в диапазоне марок по плотности D300–D1600 и классов по прочности при сжатии В1–В40), а также другие физико-технические свойства, важные для проектирования зданий. Указаны виды изделий и конструкций, которые изготавливаются из ячеистого бетона: блоки, перекрытия, покрытия, колонны, балки, дымовентиляционные блоки, фундаментные подушки и стаканы-подколонники, рамы подвала, лестницы, дорожные плиты, блоки коллекторов и т. д. Большое внимание уделено проектированию стен из мелких блоков.

В общих положениях по конструированию и применению стен из мелких блоков устанавливаются следующие правила:

– блоки стеновые мелкие из автоклавного и неавтоклавного ячеистого бетона предназначены для кладки наружных и внутренних стен (в т. ч. перегородок) жилых и общественных зданий с относительной влажностью воздуха помещений не более 75% при неагрес-

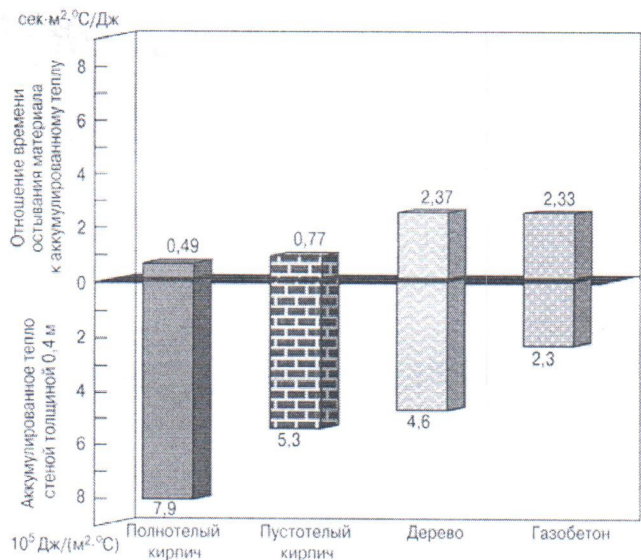


Рис. 3. Сравнительные показатели теплоаккумулирующих свойств материалов

сивной среде;

– применение блоков из негидрофобизированного ячеистого бетона для кладки стен с мокрым режимом помещений, а также в местах, где возможно усиленное увлажнение бетона или наличие агрессивных сред, без специальной защиты не допускается;

– расчет элементов стен из блоков по предельным состояниям первой и второй группы следует производить в соответствии с требованиями СТО; стены могут быть несущими и самонесущими;

– допустимую высоту (этажность) стен из блоков рекомендуется определять расчетом несущей способности наружных и внутренних стен с учетом их совместной работы;

– несущие стены из автоклавных ячеисто-бетонных блоков рекомендуется возводить высотой до 5 этажей включительно, но не более 20 м, самонесущие стены зданий – высотой до 9 этажей включительно, но не более 30 м;

– блоки из неавтоклавного ячеистого бетона рекомендуется применять в несущих и самонесущих стенах зданий высотой до 3-х этажей включительно, но не выше 10 м;

– этажность зданий, в которых применяются блоки для заполнения каркасов или устройства самонесущих стен с поэтажным опиранием, не ограничивается;

– внутренние и наружные несущие стены зданий высотой до 5 этажей рекомендуется изготавливать из блоков классов по прочности не ниже В3,5 (только автоклавных) на растворе (клею) не ниже М100; при высоте зданий до 3-х этажей – не ниже В2,5 на растворе не ниже М75; при высоте до 2-х этажей – не ниже В2 на растворе не ниже М50;

– для самонесущих стен зданий высотой более 3-х этажей класс блоков – не ниже В2,5, а высотой до 3-х этажей – не ниже В2;

– допустимая ширина простенков и столбов, выполненных из газобетонных блоков, определяется расчетным путем по СТО, но не менее 600 мм в несущих стенах и не менее 300 мм в самонесущих (за вычетом углублений для опирания перемычек над проемами);

– глубина опирания балок и плит на стены из блоков не должна быть меньше 120 мм.

При проектировании наружных однослойных стен из блоков следует выполнять следующие требования:

– наружные стены, сложенные из мелких блоков, по типу кладки могут быть толщиной в один блок, толщи-

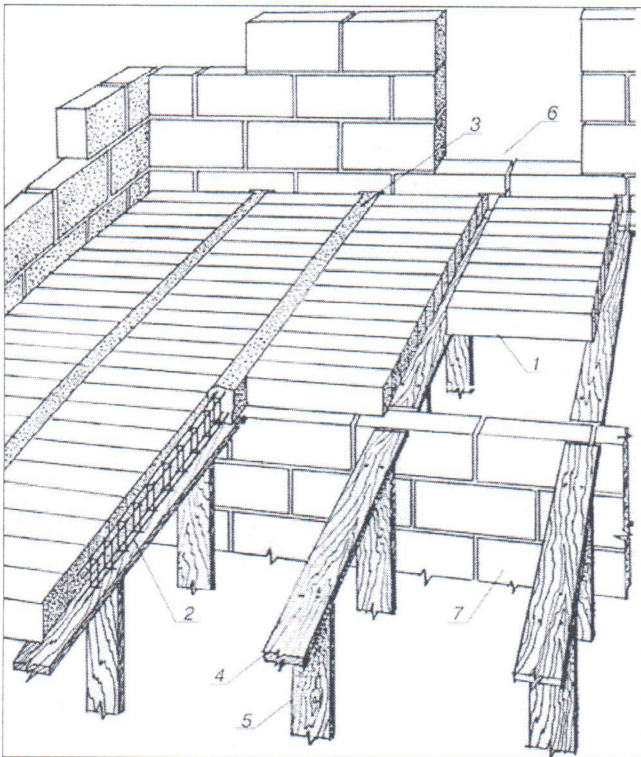


Рис. 4. Сборно-монолитное перекрытие из мелких газобетонных блоков: 1 – мелкие газобетонные блоки; 2 – арматурный каркас с рабочей арматурой; 3 – монолитный шов из раствора класса В 10–15; 4 – доска опалубки; 5 – стойка под опалубку; 6 – дверной проем на балкон; 7 – внутренняя стена

ной в два разнотипных или однотипных блока;

– при кладке стен толщиной в один блок рекомендуется «цепная» перевязка мелких блоков с перекрытием швов не менее чем на 100 мм;

– при кладке стен толщиной в два блока рекомендуется обеспечить смещение вертикальных швов наружных блоков относительно вертикальных швов внутренних блоков не менее чем на 100 мм;

– сопряжение наружных и внутренних стен рекомендуется осуществлять или перевязкой мелких блоков или с помощью металлических анкеров;

– в качестве металлических анкеров можно использовать стальные скобы диаметром 4–6 мм, прибивные Т-образные анкеры или накладки из полосовой стали толщиной 4 мм. Анкеры между продольными и поперечными стенами должны быть установлены, по крайней мере, в двух уровнях в пределах одного этажа;

– все металлические скобы, анкеры, накладки должны быть изготовлены из нержавеющей стали или из обычной стали с антикоррозионным покрытием;

– кладка наружных стен проводится по цоколю здания высотой не менее 500 мм (от уровня отмостки);

– стены из газобетонных блоков, а также перекрытия, должны быть гидроизолированы от капиллярного подсоса воды со стороны тяжелого бетона и кирпича;

– наружные стены из мелких газобетонных блоков или торцев газобетонного перекрытия с целью защиты от увлажнения рекомендуется выполнять со свесом по отношению к цоколю здания не менее чем на 50 см. Первый ряд газобетонных блоков возможно укладывать на пояс, выполненный из железобетона или керамического кирпича, по слою гидроизоляции;

– при кладке стен из блоков на растворе толщина горизонтальных швов принимается не менее 10 мм и не более 15 мм, в среднем 12 мм в пределах высоты этажа. Толщина вертикальных швов принимается от 8 до 15 мм, в среднем 10 мм. Горизонтальные и вертикаль-

ные швы между блоками рекомендуется тщательно заполнять пластичным легким раствором (в т. ч. пенобетонным). При кладке стен на клею толщина горизонтальных и вертикальных швов должна быть 2 ± 1 мм. В этом случае анкера и накладки должны быть утоплены в ячеистом бетоне путем прострожки пазов (канавок);

– опирание перекрытий непосредственно на газобетонную кладку допускается при величине распределенной нагрузки не более 0,3 кН на 1 п. см ширины опоры. При большей нагрузке требуется устройство распределительных плит толщиной не менее 150 мм, армированных косвенной арматурой в количестве 0,5% от объема бетона (не менее 2 сеток);

– необходимость арматурных сеток в местах опирания перемычек и плит перекрытий и устройство армированных железобетонных поясов по периметру стен здания определяется расчетом на местный срез или растяжение (изгиб) стены в своей плоскости. При поэтажном опирании стен и в малоэтажном строительстве дополнительного армирования не требуется.

В СТО рассмотрены многослойные стены и армированные изделия из газобетона (наружные, внутренние панели, перекрытия, покрытия, перемычки). Даны методы расчета изгибаемых изделий. Для малоэтажного строительства предложено сборно-монолитное перекрытие, выполненное из блоков и монолитных железобетонных балок (рис. 4).

Испытания на прочность и теплозащиту газобетона плотностью 400 кг/м³ (легче дерева) показали, что малоэтажное строительство из такого материала при толщине стен 300 мм будет прочным, долговечным, пожаробезопасным, гигиеничным с себестоимостью не более 15 тыс. р. за 1 м² общей площади, включая фундаменты, инженерное оборудование, отделку, придомовые сети и

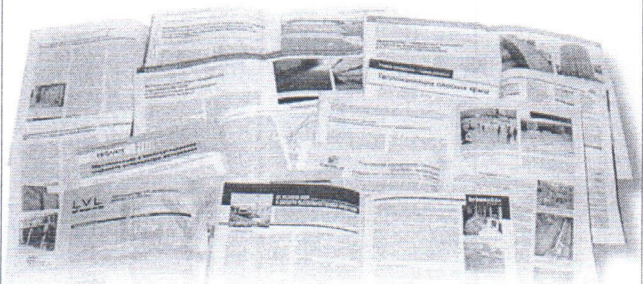
ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДПИСКА



на журнал

«Строительные материалы»®

**Актуальная информация
для всех работников
строительного комплекса**



<http://ejournal.rifsm.ru/>