

Национальная ассоциация производителей автоклавного газобетона  
Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»  
ООО «Производственно-Строительное Объединение «Теплит»

**ПРИМЕНЕНИЕ**  
**АВТОКЛАВНОГО ГАЗОЗОЛОБЕТОНА**  
**В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Сборник докладов**

III научно-практического семинара  
под редакцией проф., д-ра техн. наук Ф. Л. Капустина

Екатеринбург

УрФУ

2010

**УДК 692:691.327.332(06)**

**Применение автоклавного газозолобетона в современном строительстве:** сб. докл. III науч.-практ. семинара. 02 декабря 2010 г./ под общ. ред. Ф. Л. Капустина. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 71с.

Сборник содержит материалы докладов участников научно-практического семинара «Применение автоклавного газозолобетона в современном строительстве». Основные темы семинара: особенности проектирования и возведения однослойных конструкций из автоклавного газобетона, достоинства монослойных наружных стен, теплофизические и энергосберегающие свойства ячеистого бетона, характеристика ограждающих конструкций, применяемых в современном строительстве, технологические и экологические аспекты использования золы-уноса, система строительства Теплит–хаус, сборно-монолитное перекрытие из автоклавного газобетона, современные сухие строительные смеси для оштукатуривания стен из ячеистого бетона.

В сборник вошли доклады сотрудников вузов, научно-исследовательских и проектных учреждений, производственных предприятий.

**УДК 692:691.327.332(06)**

**© УрФУ, 2010**

**© Авторы, 2010**



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Приветственное слово</b>	5
Левченко В. Н. , Национальная Ассоциация производителей Автоклавного Газобетона, ООО «Производственно – Строительное Объединение «Теплит»	
<b>Опыт проектирования, строительства и эксплуатации теплоэффективных конструкций наружных стен зданий в республике Башкортостан</b>	6
Бабков В. В., Гайсин А. М., Кузнецов Д. В., Уфимский государственный нефтяной технический университет	
<b>Лотковые блоки для сборно – монолитных перемычек из газозолобетона</b>	15
Бовыкин И. А., ООО «Производственно – Строительное Объединение «Теплит»	
<b>Предложения для нормирования теплозащиты ограждающих конструкций в СНиП «Тепловая защита зданий»</b>	18
Гагарин В. Г., Козлов В. В., Научно – исследовательский институт строительной физики РААСН	
<b>Производство автоклавного газобетона в России: история, современность, перспективы</b>	26
Гринфельд Г. И., Национальная Ассоциация производителей Автоклавного Газобетона	
<b>Технологические и экологические аспекты применения золы-уноса Рефтинской ГРЭС при производстве строительных материалов</b>	32
Капустин Ф. Л., ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина»	
<b>Штукатурные составы и конструкции Сен-Гобен для наружной отделки газобетонных стен</b>	35
Локочинский А. А., ООО «Сен-Гобен Строительная Продукция Рус»	
<b>Современные материалы <i>Baumit</i> и технологии оштукатуривания наружных стен из ячеистого бетона</b>	40
Морозова Е. В., ООО «Баумит»	
<b>Энергосбережение на стадии проектирования малоэтажных домов</b>	43
Паплавскис Я., Фрош А., Aeroc AS	
<b>Особенности проектирования и возведения однослойных конструкций наружных стен зданий из автоклавного ячеистого бетона</b>	50
Рыхленок Ю. А., РУП "Институт БелНИИС"	

<b>Серия домов «Теплит – Хаус»: от концепции к реализации</b>	56
Сальников В. Б., ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина»	
<b>Испытания сборно – монолитного перекрытия</b>	63
Эпп А. А., «УралстройТест»	
<b>Сравнительный анализ ограждающих конструкций из автоклавного газозолобетона</b>	65
Вишневский А. А., ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», Бовыкин И. А., ООО «Производственно – Строительное Объединение «Теплит»	

## **ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО**

*В. Н. Левченко, президент НААГ, директор ООО «ПСО «Теплит»*

Уважаемые коллеги!

Сегодня большое внимание уделяется энергоэффективности. Говорят об энергоэффективности производства, об энергоэффективности потребления, об энергоэффективности зданий и сооружений. Зачастую под энергоэффективностью понимают одно из слагаемых, хотя под понятием «энергоэффективность» в жилищном строительстве нужно подразумевать комплекс мероприятий, направленных на снижение потребления зданиями энергии и поддержание требуемых параметров микроклимата при экономическом обосновании их внедрения. Понятие энергоэффективности неразрывно связано с вопросами энергосбережения. Чем меньше здание теряет тепла, тем меньше энергии требуется подвести для восполнения тепловых потерь. В этой связи, наиболее простым и рациональным способом экономии энергии на отопление выглядит способ увеличения теплозащитных свойств ограждающих конструкций.

При существующих требованиях тепловой защиты зданий и сооружений большое внимание уделяется сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций. Значительно увеличиваются их коэффициенты, что влечет за собой утолщение стен до непомерно больших величин. Увеличение сопротивления теплопередаче снижает расходы на отопление, но, с учетом высоких затрат на возведение стены, не дает экономического эффекта. Для Уральского региона, согласно СНиП 23–02–2003, нормируемое сопротивление теплопередаче для стен составляет  $3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{С}^\circ / \text{Вт}$ , для окон и балконных дверей –  $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{С}^\circ / \text{Вт}$ , а расчетная толщина стены из эффективного кирпича должна равняться 2,5 м. Построить такое здание практически невозможно по ряду причин: 1) большие нагрузки на фундамент; 2) высокие трудозатраты; 3) низкий экономический эффект. Но тут приходит на помощь трехслойная ограждающая конструкция. На первый взгляд, такая конструкция эффективна и экономична. Но, как показывает практика – эксплуатационно-непригодная.

Мы призываем всех участников строительства посмотреть на решение вопроса энергоэффективности зданий и сооружений в комплексе. Необходимо брать во внимание не только толщину стен, но и теплопотери. Большая часть тепла теряется через вентиляцию, окна, двери, чердачные перекрытия и др. К примеру, теплопотери на вентиляцию и инфильтрацию в современных домах составляют до 40–50% всех расходов энергии на отопление зданий, а в наиболее холодные периоды времени года могут достигать 60%. Увеличение толщины стены на  $1 \text{ м}^2$ , уменьшает теплопотери всего на 10%. Поэтому мы призываем Вас вернуться к производству и возведению однослойной ограждающей конструкции.

Удачи Вам!

# **ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОЭФФЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН**

*В. В. Бабков, д-р. техн. наук, профессор, А. М. Гайсин, канд. техн. наук,*

*Д. В. Кузнецов, канд. техн. наук (УГНТУ, г. Уфа)*

В Республике Башкортостан в последние 10–12 лет реализуется программа освоения в практике проектирования и строительства новых российских (СНиП 23–02–2003, СП 23–101–2000) и региональных (ТСН 23–318–2000 РБ) нормативов по теплозащите ограждающих конструкций жилых домов и зданий другого назначения. Согласно этим нормативам, требования по теплозащите по уровню термосопротивления для отдельных элементов строительной оболочки здания повышены для условий средней полосы России в 2–4 раза, что должно обеспечить снижение энергозатрат на отопление здания примерно в 2 раза. Это обстоятельство потребовало разработки и реализации принципиально новых, по отношению к предыдущему 50-летнему опыту строительства в бывшем СССР, конструктивных решений ограждающих конструкций. В частности, для жилых домов потребовались стены с уровнем термосопротивления в 3,5 раза выше, чем у монослойных стен в 2,5 кирпича или в виде монослойной керамзитобетонной стеновой панели толщиной 400 мм.

В Уфе и Республике Башкортостан сегодня применяется 6 основных конструктивных решений теплоэффективных наружных стен, которые достаточно зарекомендовали себя и, судя по всему, сохранят свои позиции в ближайшие годы:

**1. Трёхслойная стена на основе штучных стеновых материалов** (традиционного кирпича, вибропрессованных бетонных блоков) со средним слоем из эффективных утеплителей. В качестве теплоизоляции используется пенополистирол, минераловатная и стекловолоконная теплоизоляция. Внутренний и наружный слои в этом решении связаны гибкими связями (противокоррозионная стальная проволока, базальтопластиковые, стеклопластиковые связи). В трёхслойной стене предусмотрена воздушная прослойка между облицовкой и утеплителем, обеспечивающая вентиляционную функцию. Этот вариант стены хорошо освоен ОАО «КПД» (г. Уфа) и с применением, главным образом, бессеровских блоков возведены десятки жилых домов и гражданских зданий до 16 этажей (рис. 1).

По результатам обследования эксплуатируемых зданий с данным конструктивным решением наружных стен можно выделить следующие, достаточно часто встречающиеся дефекты: температурно–усадочное растрескивание, подтеки и высолы в зоне незащищенных от коррозии металлических опорных столиков под облицовку и гибких связей. Данное конструктивное решение стены имеет порядка 7 элементов, т.е. это многоэлементная

конструкция, что делает ее высокоуязвимой, с точки зрения общего количества факторов, оказывающих влияние на эксплуатационную надежность и долговечность отдельных элементов и стены в целом. Поэтому надёжность и долговечность таких стен предполагает, изначально, их качественное исполнение в силу ее малой ремонтпригодности.



Рис. 1. Здания с теплоэффективными наружными стенами на основе штучных стеновых материалов (Санаторий «Ассы», РБ)

По этому варианту наружных стен кафедрой «Строительные конструкции» УГНТУ и БашНИИСтроем выпущено несколько нормативных документов, в том числе ТСН на расчёт и проектирование, Рекомендации по технологии возведения и несколько альбомов технических решений, подготовлен к изданию альбом опорных конструкций в железобетоне под многоэтажные облицовки.

## ***2. Наружная трёхслойная стена в составе панельной серии 121 у***

Включает внутренний несущий слой в виде панели из тяжёлого бетона, устанавливаемый на консольный перфорированный столик из железобетона, слой теплоизоляции и облицовочный слой в  $\frac{1}{2}$  кирпича или в виде вибропрессованного бетонного блока, монтируемые на том же опорном столике. Облицовочный и внутренний слои связаны между собой гибкими связями. Другое решение облицовки – панель толщиной 100 мм. Конструкция в целом дееспособная и себя оправдывает. Она позволила сегодня сохранить в Уфе крупнопанельное домостроение в объеме около 100 тыс. м<sup>2</sup> в год (рис. 2).

Этот тип стены, по сравнению с конструкцией теплоэффективной стены на основе штучных стеновых материалов, имеет ряд достоинств и недостатков. К достоинствам можно отнести сокращение на 10–20% трудоемкости и продолжительности монтажа стен, что, в свою очередь, обуславливает снижение себестоимости работ по возведению панельных стен на 5–15% при условии надлежащего качества монтажа с использованием качественных материалов (утеплители, гибкие связи, закладные детали и др.). Недостатком панельной серии 121у является относительно низкая надежность опорного столика, выполняемого в виде рамки из конструкционного керамзитобетона.



Рис. 2. Жилой дом по серии 121у с облицовкой из керамического кирпича, г.Уфа

По результатам обследований эксплуатируемых зданий можно сделать вывод, что основными причинами снижения надежности панельных стен являются недостатки проектных решений и недостаточное качество строительно-монтажных работ.

### ***3. Трёхслойная стена по системе «Вентилируемый фасад»***

В Уфе реализуется в двух вариантах – по системам «Марморек» (рис. 3) и «Краспан». Конструкция хорошо сочетается с монолитным каркасом и включает внутренний слой в любом конструкционном материале (в сочетании с каркасом – стена-заполнение), систему навесок в оцинкованном металле, теплоизоляционный слой и облицовочный экран, отнесённый наружу на толщину воздушной прослойки. К достоинствам системы можно отнести всесезонность строительства, так как отсутствуют мокрые процессы; высокая ремонтпригодность (легко демонтировать несколько листов проблемной площади наружных стен, устранить дефекты и поставить экран на место); эффективное и быстрое устранение влаги любого происхождения за счёт интенсивной циркуляции воздуха в воздушной прослойке.



Рис. 3. Жилой комплекс по ул. Блюхера, г.Уфа с наружными стенами по системе «Вентилируемый фасад»

Опыт проектирования, строительства и эксплуатации зданий выявил следующие недостатки трёхслойной стены по системе «Вентилируемый фасад»: относительно высокая стоимость в сравнении с другими системами утепления стен; низкий коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции вследствие большого

количества мостиков холода в зоне крепления металлофурнитуры к основанию; сложность системы в исполнении, требующей более точного геодезического обеспечения, точности геометрии самого здания и высокого качества элементов металлофурнитуры; высокие требования к физическому состоянию основания (как правило, требуется тщательный подбор анкеров для закрепления металлофурнитуры к основанию); многооперационность процесса монтажа фасадных систем, требующая высокого профессионализма от строителей и усложняющая процесс контроля качества выполняемых работ.

#### ***4. Фасадная теплоизоляция с оштукатуриванием по сетке***

В Уфе сегодня в определенных объемах прижились система «Сэнарджи» и отечественная система «ЛАЗС». За последние 8 лет строительной организацией ООО «БНЗС» возведено в г. Уфа более 40 зданий различного назначения с утеплением снаружи по австрийской системе *Baumit* (рис. 4).

Надёжность системы фасадной теплоизоляции предопределяется работоспособностью фасадных штукатурных слоев в системе – адгезива, крепящего теплоизоляцию на конструкционной основе, базового слоя с втопленной синтетической сеткой, грунтовочного и финишного (отделочного) слоёв.

Следует обратить внимание на такое обстоятельство, что с фасадной теплоизоляцией с оштукатуриванием по сетке плохо совмещаются рельефные детали на фасаде. На горизонтальных площадках таких деталей задерживается вода, талый лёд, снег, что, в условиях прямого длительного контакта с водой, приводит к повреждениям штукатурки вследствие её постоянного замачивания и замораживания.



Рис. 4. Жилой комплекс с фасадной теплоизоляцией с оштукатуриванием по сетке

Другое важное направление использования систем фасадной теплоизоляции – санация жилых домов старых массовых серий в панельном и кирпичном исполнении постройки



50–80-х годов. Важнейший элемент санации – утепление снаружи, для которого наиболее пригодна, как раз фасадная теплоизоляция в силу того, что она не создаёт значительных дополнительных нагрузок (рис. 5).



Рис. 5. Панельные наружные стены жилого дома до и после проведения санации

Опыт эксплуатации зданий с фасадной теплоизоляцией показал, что основным фактором, определяющим долговечность системы, является стойкость фасадной гидроизоляционной штукатурки. Критерием отказа системы, в данном случае, является разрушение штукатурного покрытия при сохранении в течение некоторого времени незащищённым утеплителем своих физико-механических и теплотехнических свойств. Факторами, влияющими на эксплуатационную надёжность и долговечность штукатурного покрытия, являются: деформации штукатурного покрытия, возникающие в условиях его усадки и перепадов температур; накопление влаги в толще стены за годовой период её эксплуатации и её сверхнормативное увлажнение с выпадением конденсата в зимний период; замачивание стены при действии осадков в переходные периоды «зима-весна» и «осень-зима» опасное, с точки зрения сочетания значительного увлажнения штукатурного покрытия с циклическим замораживанием-оттаиванием.

##### ***5. Стена в несъёмной пенополистирольной опалубке***

Применяется в Уфе уже несколько лет. Фирмой ЗАО «ЖилСтройРеконструкция» смонтирован 5-этажный жилой дом по ул. Проспект Октября и несколько девяти-десятиэтажных секций жилого дома по ул. Российской. Составы штукатурок по сетке,



реализованные на этом доме по рекомендации кафедры «Строительные конструкции» УГНТУ, после 4-х зимних циклов находятся в хорошем состоянии (рис. 6).



Рис.6. Жилой дом по ул. Проспект Октября, г.Уфа

Основным элементом, определяющим эксплуатационную надежность данного типа стены, как и для варианта с фасадной теплоизоляцией, является гидроизоляционный штукатурный слой. Этот тип стены, по сравнению с вариантом фасадной теплоизоляции, имеет ряд достоинств и недостатков. К достоинствам можно отнести сокращение на 20–35% трудоемкости и продолжительности возведения стен, что, обуславливает низкую себестоимость строительно-монтажных работ. Недостатком стен в несъемной пенополистирольной опалубке является неблагоприятный температурно-влажностный режим эксплуатации в зимний период, связанный с возможностью значительного дополнительного увлажнения конструкционного слоя (железобетона) при образовании конденсата на границе с внутренним слоем пенополистирола, способствующий снижению теплозащиты стены в целом. Данный недостаток может быть устранен оптимизацией геометрии серийного блока.

Представленные выше решения теплоэффективных стен являются многоэлементными конструкциями, что снижает их надежность с учетом вероятности отказов из-за воздействия большого количества факторов, оказывающих влияние на их эксплуатационную надежность и долговечность. Работоспособность и долговечность внутреннего несущего слоя таких стен весьма высока и превосходит эти показатели для монослойных стен, так как внутренний слой в течение всего срока эксплуатации объекта находится в режиме положительных температур, материал внутреннего слоя не подвергается поверхностному замачиванию и осушению, циклическому замораживанию и оттаиванию в переходные периоды года.

В значительно более тяжелых условиях эксплуатируются наружный (облицовочный) и теплоизолирующий слои теплоэффективных стен. Поэтому, указанные многослойные варианты стен могут иметь высокую эксплуатационную надежность в течение нормативного срока службы здания при сочетании нескольких факторов: при условии использования высококачественных материалов (безусадочные долговечные утеплители, обладающие низким водопоглощением, коррозионно-стойкие гибкие связи и металлические подконструкции, материал в облицовке, обладающий высокой морозостойкостью, долговечные пленочные материалы для водоотводящего фартука-флашинга) и при полном и качественном выполнении всех технологических переделов в процессе возведения стены согласно технологическим регламентам.

В то же время, наружная монослойная стена на основе автоклавных газобетонных блоков в условиях Республики Башкортостан является высокотехнологичным, приемлемым по долговечности и наиболее дешевым техническим решением.

#### ***6. Стена на основе ячеистобетонных блоков***

В климатических условиях Республики Башкортостан она показала себя работоспособной в сельских домах на юге республики, возведённых в 80-х годах, когда на ОАО «Сода» действовало опытное производство автоклавных газобетонных блоков на основе твёрдых остатков содового производства. Это самый технологичный вариант наружной теплоэффективной стены, и его применение в проектировании и строительстве будет расширяться по мере расширения производства ячеистых бетонов. Такие крупные регионы, как Самарская, Новосибирская, Свердловская области, Татарстан имеют собственное производство автоклавного ячеистого бетона на оборудовании фирм «Итонг», «Хебель», «Верхан» мощностью от 120 до 240 тыс. м<sup>3</sup>/год.

Башкортостан сегодня завозит ячеистый бетон из соседних регионов, имеющих производство автоклавного газобетона. Ячеистобетонные блоки со средней плотностью 400–600 кг/м<sup>3</sup> обеспечивают в климатических условиях Башкирии толщину наружной стены в 40–60 см.

Автоклавный газобетон в составе наружной стены эксплуатируется в широком диапазоне влажности, в условиях попеременного увлажнения и высушивания. При действии этого фактора в материале возникают неравномерные в объеме деформации набухания-усадки, обусловленные сорбцией-десорбцией, а также напряжения стягивания менисков в капиллярах, что приводит к развитию внутренних напряжений и локальным структурным повреждениям. Влагостойкость материала в данном случае связана с амплитудой цикла и числом циклов попеременного увлажнения и высушивания.

Деструктивные факторы в конструктиве наружных стен из автоклавного газобетона можно свести к следующим группам: накопление влаги за годовой период эксплуатации

стены или ее сверхнормативное увлажнение за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха; замачивание стены при косом дождевании, а также при конденсатообразовании в переходные периоды «зима-весна» и «осень-зима»; карбонизация высокопористого и высокодоступного воздушной среде автоклавного газобетона.

Институтом «БашНИИстрой» с участием кафедры «Строительные конструкции» УГНТУ разработан альбом технических решений наружных стен из автоклавных газобетонных блоков, в котором защиту наружной стены от действия названных выше негативных факторов предлагается решать следующими способами:

- в виде облицовки в  $\frac{1}{2}$  полнотелого керамического кирпича, вибропрессованных бетонных блоков толщиной 90 мм (бессеровский блок с 30%-ной пустотностью) (в сочетании с газобетонными блоками  $\gamma=400 \text{ кг/м}^3$ );
- в виде усиленной многослойной гидрозащитной штукатурки (базовый штукатурный слой армирован синтетической сеткой) в сочетании с газобетонными блоками  $\gamma=500 \text{ кг/м}^3$ ;
- в виде умеренной гидрозащитной штукатурки либо гидрофобной пропитки (в сочетании с газобетонными блоками  $\gamma>600 \text{ кг/м}^3$ ).

Решение стены-заполнения толщиной 400 мм с облицовкой в виде бессеровских блоков показало свою рациональность при возведении ОАО «КПД» и эксплуатации нескольких 16-этажных каркасных домов в микрорайоне Новиковка (рис. 7а).

Гидрозащитная штукатурная система, как показывает практика, должна обладать гидрофобностью, обеспечивающей блокировку поступления влаги при косом дождевании, конденсатной влаги, локализуемой на поверхности стены в переходные периоды. Адгезия системы к автоклавному газобетону должна быть на уровне прочности основы газобетона на растяжение, т. е. примерно  $1,3 R_{bтн}$  ( $R_{bтн}$  – нормативное сопротивление ячеистого бетона на растяжение). Для бетонов средней плотности  $400\text{--}600 \text{ кг/м}^3$  это соответствует диапазону характеристик адгезии  $1,3\text{--}3,0 \text{ МПа}$ . Элементы защитной системы должны обладать минимальной усадкой, повышенной растяжимостью и морозостойкостью. Материалы защитной системы должны быть паропроницаемыми, чтобы обеспечить защиту стены от переувлажнения по двум критериям: недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период и ограничения влаги за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха  $\Delta W_{ав}$ . Эти условия должны согласовываться с высоким коэффициентом паропроницаемости высокопористого газобетона ( $\mu = 0,23\text{--}0,17 \text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$ ) для ячеистых бетонов со средней плотностью  $400\text{--}600 \text{ кг/м}^3$ ) и низким сопротивлением паропроницанию стены (для толщины стены 400 мм  $R_{вп} = 1,74\text{--}2,35 \text{ м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па/мг}$ ). В условиях Республики Башкортостан опробована декоративно-защитная система «Баумит». Расчеты показы-

вают, что по критериям влагонакопления стены в рабочем диапазоне средних плотностей удовлетворяют требованиям СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий» ( $\Delta W_{\text{ув}} < 6 \%$ ).



Рис.7. Каркасно-монолитные жилые дома

а) по ул. Менделеева, г.Уфа; б). в микрорайоне Сипайлово, г. Уфа

На рис. 7б представлены многоэтажные каркасно-монолитные жилые дома в г. Уфа. Это постройки 2006 г. со стенами, заполненными газобетонными блоками средней плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  и толщиной 400 мм с фасадной декоративно-защитной системой «Баумит». После четырех лет эксплуатации защитная система не показала каких-либо повреждений, а стена доказала свою полноценность по теплозащите, температурно-влажностному режиму помещений и по состоянию её внутренней поверхности.

В настоящее время потребности Республики Башкортостан в автоклавном газобетоне при реализации программы возведения жилья 3–3,5 млн.  $\text{м}^2$  в год составляют:

- 500 тыс.  $\text{м}^3$  блоков в год для коттеджного, среднеэтажного и частного строительства (при условии применения наружных стен на 50% объектах);
- 300 тыс.  $\text{м}^3$  блоков в год для высотного строительства (при условии применения стены заполнения на основе монолитного каркаса).

Планируемый в конце 2010 г. ввод в Башкортостане линии по производству автоклавных ячеистобетонных изделий мощностью 140 тыс.  $\text{м}^3$  даст возможность частично восполнить потребность строительного комплекса республики в данном теплоэффективном материале.

## ЛОТКОВЫЕ БЛОКИ ДЛЯ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕМЫЧЕК ИЗ ГАЗОЗОЛОБЕТОНА

*И. А. Бовыкин, главный технолог ООО «Производственно – Строительное  
Объединение «Теплит»*

Применение сборно-монолитных перемычек является малозатратным и эффективным способом перекрытия проёмов (окон и дверей) в стенах здания. В связи с этим, в ООО «ПСО «Теплит» организовано производство лотковых блоков, предназначенных для изготовления сборно-монолитных перемычек. В настоящее время на заводе в г. Берёзовский ООО «ПСО «Теплит» освоено производство лотковых блоков толщиной 300–400 мм с пазо-гребневой системой и без неё (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристика лотковых блоков**

Маркировка	Геометрические размеры, мм			Наличие паза и гребня	Наличие захватных карманов
	Длина	Ширина	Высота		
ТБЛ 300–5п	625	300	250	+	-
ТБЛ 300–5	625	300	250	-	-
ТБЛ 400–5п	625	400	250	+	-
ТБЛ 400–5	625	400	250	-	-

Лотковые блоки изготавливаются из автоклавного газозолобетона плотностью D500 и классом по прочности В3,5. Они представляют собой полые блоки в форме перевернутой буквы П (рис 1). Лотковые блоки предназначены для применения в несущих и самонесущих стенах здания высотой до пяти этажей включительно, но не более 15 м, в ненесущих — без ограничения этажности.

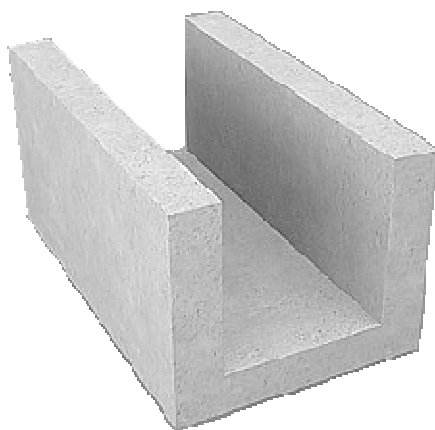


Рис. 1. Общий вид лоткового блока

Технология изготовления сборно-монолитных перемычек следующая. В верхней точке проёма сооружают поддерживающую опалубку (рис. 2), предназначенную для восприятия нагрузок до набора несущей прочности перемычкой. Лотковые блоки устанавливают на щит опалубки так, чтобы обеспечить опирание крайних блоков на несущую кладку не менее 250 мм и соединяют между собой клеевой смесью. При изготовлении перемычки для наружной стены, в начале дополнительно укладывают слой теплоизоляции (пенополистирола или минеральной ваты), а затем арматурные стержни или арматурный каркас и бетонную смесь. Сечение арматуры, её количество, тип арматурного каркаса, класс бетона определяют из расчёта несущей способности перемычки и длины перекрываемого пролёта. Рекомендации из опыта применения: диаметр арматуры 8–14 мм; класс бетона В15–В20; бетонная смесь характеризуется осадкой конуса более 18 см, что позволяет уложить её без виброуплотнения. Твердение бетона должно происходить в течение 2–4 недель, в зависимости от необходимой прочности, при плюсовой температуре и естественной влажности. Демонтаж временной опалубки производят не ранее чем через две недели при наборе бетоном прочности 15 МПа или согласно проекту [1].

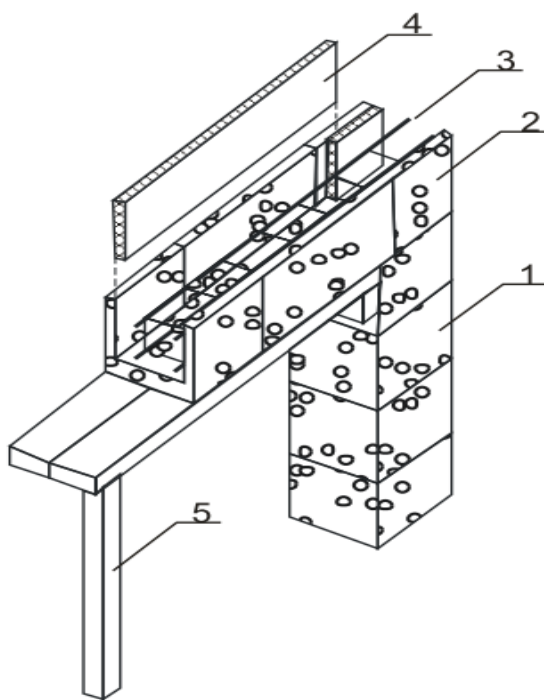


Рис. 2. Монтаж сборно-монолитной перемычки из лотковых блоков

- 1 – стеновой твинблок; 2 – лотковый твинблок; 3 – арматурный каркас;  
4 – теплоизоляция; 5 – временная опалубка

Монтаж сборных перемычек возможно производить вручную без использования грузоподъёмных механизмов.



Преимущества лотковых блоков:

- высокие теплоизолирующие свойства;
- отсутствие необходимости использования грузоподёмных механизмов;
- простота монтажа;
- широкие возможности при выборе размеров перемычки.

Лотковые блоки гармонично вживляются в кладку из ячеистого бетона, имея те же габаритные размеры, что и основной кладочный блок (рис. 3). При этом экономятся время и деньги на адаптацию в кладке монолитной перемычки, габаритные размеры и теплотехнические свойства которой не всегда являются приемлемыми.

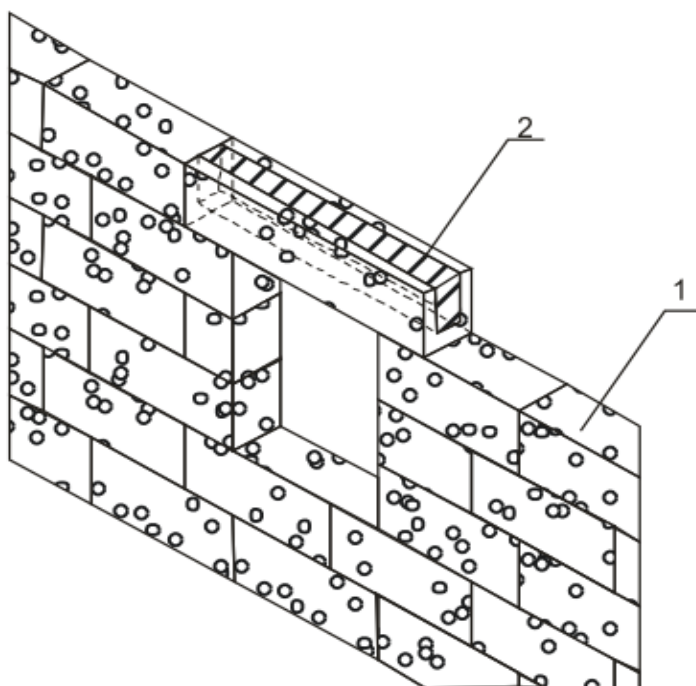


Рис. 3. Сборно-монолитная перемычка, изготовленная из лотковых блоков

1 – стеновые твинблоки; 2 – перемычка, выполненная в лотковом твинблоке

Сборно-монолитные перемычки на основе лотковых блоков являются основным способом перекрытия проёмов газобетонных стен в малоэтажных зданиях, как в отечественном так и зарубежном строительстве.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Парута В. А., Брынзин Е. В. Руководство по проектированию и возведению зданий с использованием изделий торговой марки *UDK GAZBETON* / В. А. Парута, 2009. С. 56–57.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В СНиП «ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ»**

*В. Г. Гагарин, д-р техн. наук, профессор, член-корр. РААСН, В. В. Козлов, канд. техн. наук,  
Научно – исследовательский институт строительной физики РААСН*

С 30 июня 2010 г. вступил в силу Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Распоряжением Правительства РФ от 21.06.2010 г. № 1047-р установлен перечень обязательных документов (национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»). Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.06.2010 № 2079 утвержден список документов добровольного применения.

Согласно ст. 42 вышеупомянутого Федерального закона строительные нормы и правила, включенные, в виде сводов правил, в список обязательных документов, должны быть актуализированы до 01.07.2012 г. В их числе СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий» – общеизвестный документ, в котором изложены основные теплофизические требования, предъявляемые ко всем строящимся и реконструируемым объектам.

В данной статье кратко описаны изменения, которые планируется внести в СНиП «Тепловая защита зданий» при подготовке его новой редакции. Следует отметить, что пока неизвестно будут ли приняты эти изменения.

Прежде всего, необходимо подчеркнуть, что основополагающими документами в области энергосбережения в настоящий момент являются:

- Указ Президента РФ от 04.06.2008 г. № 889 "О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики";
- Федеральный закон РФ от 23.11.2009 г. № 261–ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Согласно Указу Президента поставлена задача «...снижения к 2020 году энергоемкости валового внутреннего продукта Российской Федерации не менее чем на 40 процентов по сравнению с 2007 годом...». Обращаем внимание, что в Указе поставлена задача снижения энергоемкости ВВП на 40%, а не экономии энергии на 40%. Это огромная разница. Достаточно сказать, что с 1991 по 1999 гг. энергоемкость ВВП повысилась почти в 3 раза, и сейчас по этому показателю Россия значительно отстает от ряда других развитых



стран. Снижение энергоемкости ВВП является насущной задачей, которая является вполне выполнимой. Однако иногда эту задачу трактуют как экономию энергии на 40%, что является искажением Указа Президента РФ. Если Россия сэкономит 40% энергии, то будет потреблять энергии на душу населения в 2 раза меньше Финляндии, в 2,5 раза меньше, чем США и Норвегия, в 4 раза меньше, чем Канада, меньше, чем Венесуэла, Греция, Испания и т.д. (при нашем самом холодном в мире климате), т. е. такая экономия потребления энергии нереальна и гибельна для нашей экономики.

В Указе Президента РФ сказано: «... принять меры по техническому регулированию, направленные на повышение энергетической и экологической эффективности таких отраслей экономики, как электроэнергетика, строительство, жилищно-коммунальное хозяйство...». В Федеральном законе от 23.11.2009 г. № 261 – ФЗ понятие энергетической эффективности определено следующим образом: «энергетическая эффективность – характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта...». Об этом определении энергетической эффективности необходимо помнить при осуществлении всех энергосберегающих мероприятий.

В соответствии с требованием «Технического регламента о безопасности зданий и сооружений», СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий» подлежит актуализации. Несмотря на то, что обновленный СНиП должен, в основном, повторять редакцию 2003 г., мы, все-таки, хотим внести в него некоторые усовершенствования, позволяющие упростить процесс проектирования теплозащиты.

Так уж исторически сложилось, что на ограждающие конструкции у нас был едва ли не единственный СНиП – «Строительная теплотехника», который позже стал, к сожалению, называться «Тепловая защита зданий». Это название не полностью отражает содержание СНиП, но сейчас исправить данную ошибку не представляется возможным. Тем не менее, СНиП содержит и другие требования, относящиеся к ограждающим конструкциям зданий.

Главный камень преткновения в СНиПе 23–02–2003 «Тепловая защита зданий» – это 5-ый раздел, который устанавливает три показателя тепловой защиты зданий:

- а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;
- б) санитарно-гигиенический показатель, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы;
- в) удельный расход энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий с

учетом их объемно-планировочных решений и выбора систем поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя.

Требования тепловой защиты жилых и общественных зданий будут выполнены при соблюдении требований показателей *а)* и *в)* либо *б)* и *в)*. В зданиях производственного назначения необходимо соблюдать требования показателей *а)* и *б)*.

Несколько слов о недостатках нормирования теплозащиты в действующем СНИП. И в СНИП, и в СП отсутствуют четкие определения и методы расчета показателей теплозащиты, в первую очередь, приведенного сопротивления теплопередаче и коэффициента теплотехнической однородности ограждающей конструкции. В результате подавляющее большинство строителей вообще не понимают, что это такое, и не представляют, каким образом перечисленные показатели можно рассчитать. Второй недостаток – нормативные требования зависят от назначения объекта. Но если мы экономим энергию, то какая разница, где она расходуется – в производственном, административном или жилом здании. Мы все равно ее теряем. Поэтому требования должны быть каким-то образом унифицированы. Это же не санитарно-гигиенические требования, а требования к экономии энергии.

Следующее замечание – дублирование нормативных требований по теплозащите. Например, в Москве к приведенному сопротивлению теплопередаче стен жилых домов предъявляются требования: санитарно-гигиенические ( $1,38 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ); основные ( $3,13 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ); пониженные ( $1,97 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ) и косвенные требования к оболочке здания в целом, содержащиеся в нормативном удельном расходе энергии на отопление здания. Фактически работают пониженное требование ( $1,97 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ) и требование к удельному расходу энергии на отопление. Все это излишне загромождает расчет и мешает правильно спроектировать конструкцию. Реально должно действовать одно требование, а требование к расходам на отопление – это уже больше «отопленческая» проблема, нежели теплозащитная. В случае ужесточения нормативных требований к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций будет работать поэлементный подход к нормированию. То есть мы возвратимся к тем подходам в нормировании теплозащиты, несостоятельность которых уже была доказана практикой. Зачем же нормировать показатели сопротивления теплопередаче, если они даже четко не определены в СНИП? Практически важно знать, какое количество энергии теряется, ведь за нее придется платить. Потери энергии и надо нормировать.

Еще одна противоречивая деталь, которая содержится в СП «Проектирование тепловой защиты зданий». Это таблица 6 «Минимально допустимые значения коэффициента теплотехнической однородности для конструкций индустриального изготовления», которая, на мой взгляд, по ошибке попала в нормативные документы и трактуется совершенно неправильно. Вместо того, чтобы рассчитывать коэффициент теплотехнической

однородности и сравнивать его с приведенными в таблице минимально допустимыми значениями (он не должен их превышать), эти цифры принимают за исходную величину и используют их в расчетах. Это неправильно, и поэтому таблицу следует исключить.

Следует обратить внимание на то, что теплопотери через  $1 \text{ м}^2$  конструкции в зависимости от сопротивления теплопередаче изменяются по гиперболе. Поэтому изменение сопротивления теплопередаче, например, от 3 до  $3,5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  почти ничего не даст в плане экономии энергии (рис. 1).

Возвращаясь к недостаткам, следует отметить, что СНиП почти не учитывает планировочные решения зданий. Получается, что как бы мы не усложняли конфигурацию объекта в плане, на величине теплопотерь это не отразится. СНиП должен этот момент обязательно регулировать. Запутанность и сложность нормативных требований, отсутствие методической поддержки вызывают у проектировщиков и строителей непонимание взаимосвязи между отдельными изменениями конструкций и тепловыми потерями здания в целом. Таким образом, выполнение нормативных требований при проектировании теплозащиты стало, вобщем-то, формальностью.

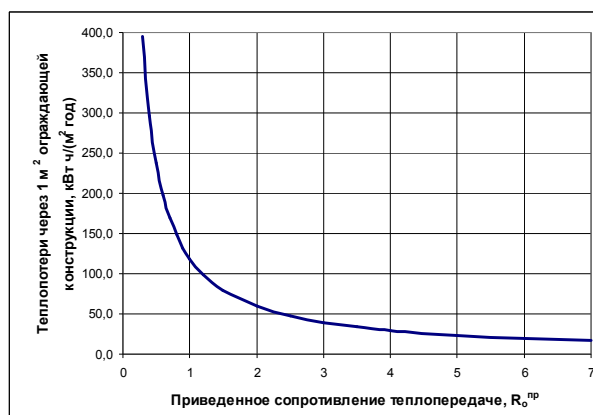


Рис. 1. Зависимость теплопотерь через  $1 \text{ м}^2$  ограждающей конструкции от приведенного сопротивления теплопередаче в условиях г. Москвы

Работая над новой редакцией СНиПа, мы руководствуемся следующими принципами:

1. Максимально сохранить форму действующего документа, последовательность и состав разделов, потому что резкие изменения нормативных документов могут пойти только во вред.
2. Максимально упростить используемые методики.
3. Произвести обновление устаревших методик и требований (в первую очередь, по тепловой защите и влажностному режиму). Сделать их применимыми к современным конструкциям.

4. Произвести гармонизацию требований между собой. СНиП не должен содержать противоречий или нестыковок внутри себя.

5. Ввести точные и однозначные определения используемых в СНиП понятий.

Если говорить по содержанию, то из 12 разделов действующего СНиП 23–02–2003 планируется переработать 5 разделов: «Термины и определения», «Тепловая защита зданий», «Повышение энергетической эффективности существующих зданий», «Защита от переувлажнения ограждающих конструкций» и «Энергетический паспорт здания». Переработкой раздела «Повышение энергетической эффективности существующих зданий» будут заниматься специалисты отдела энергоэффективности в строительстве Мосгосэкспертизы.

Несколько слов о тех изменениях, которые планируется внести в раздел «Тепловая защита зданий». Мы предлагаем ввести в него 4 требования к теплозащите:

1. Приведенные сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должны быть не меньше минимально допустимых значений (поэлементные требования).

2. Удельный коэффициент теплопередачи теплозащитной оболочки здания не должен быть больше максимально допустимых значений (комплексное требование).

3. Температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

4. Срок окупаемости мероприятий по дальнейшему возможному повышению теплозащиты ограждающих конструкций должен попадать в принятый интервал значений (экономическое требование).

Первое требование – поэлементное, основное же требование – комплексное, т.е., в целом, теплозащитная оболочка здания должна обеспечивать заданный уровень тепловых потерь. Такова идея. Поэлементное требование является вспомогательным. В принципе его надо было бы назначить как санитарно-гигиеническое. Но мы не можем этого сделать, поскольку должны привязаться к предыдущему СНиПу, чтобы не допустить большого разрыва в требованиях. Поэлементные требования приведены в табл. 1. Ее можно обсудить, но ужесточать не имеет никакого смысла, поскольку она не рабочая и дает только некий предел, ниже которого нельзя будет опускаться. Основным мы планируем сделать комплексное требование.

Таким образом, поэлементные требования остаются, но становятся вспомогательными. Они обеспечивают защиту от всевозможных перекосов в выборе величины утепления отдельных конструкций и позволяют исключить использование совсем уж абсурдных конструктивных решений. Одновременные изменения и методики оценки конструкций, и величины требований опасны. Поэтому предлагается при модернизации

методики сохранить действующие поэлементные требования до накопления опыта использования нового показателя. Экономия энергии будет обеспечена нормализацией архитектурно-планировочных решений и повышением уровня понимания требований со стороны проектировщиков и архитекторов.

Таблица 1

**Минимально допустимые значения приведенного сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций**

1	Стены	$R_{ст}^{mp} = 0,85 + 0,00021 \cdot ГСОП$
2	Совмещенные кровельные покрытия, чердачные перекрытия, перекрытия над проездами, неотапливаемыми подвалами и полы по грунту	$R_{кр}^{mp} = 1,55 + 0,00035 \cdot ГСОП$
3	Окна и светопрозрачная часть балконных дверей	$R_{ок}^{mp} = 0,3 + 0,00005 \cdot ГСОП$
4	Модульное, структурное и иное фасадное остекление (в целом как светопрозрачной, так и утепленной нестепрозрачной части)	$R_{фас}^{mp} = 0,5 + 0,00007 \cdot ГСОП$
5	Фонари с вертикальным остеклением	$R_{фон}^{mp} = 0,25 + 0,000025 \cdot ГСОП$
6	Двери и ворота	$R_{дв}^{mp} = 0,5 + 0,00005 \cdot ГСОП$

Если мы запишем принятую формулу для расчета суммарных теплопотерь через все ограждающие конструкции здания, то увидим, что эти теплопотери за год пропорциональны некой величине, которая в сокращенном виде выглядит как произведение коэффициента компактности на общий коэффициент теплопередачи всех наружных ограждающих конструкций оболочки здания. Эту величину мы предлагаем называть «удельный коэффициент теплопередачи оболочки здания» и именно его нормировать.

Требуемые значения для удельного коэффициента теплопередачи оболочки здания приведены в табл. 2. Они рассчитаны для зданий разных объемов, при разных значениях градусо-суток отопительного периода, на зданиях простой формы при минимально допустимых значениях сопротивления теплопередаче всех элементов. Усложнение формы повлечет за собой увеличение удельного коэффициента теплопередачи оболочки здания, а стало быть, возникнет необходимость утепления тех или иных конструкций, чтобы понизить значение этого коэффициента. Этот принцип нормирования здесь заложен. Такой подход нормирования с примером описан в [1].

**Максимально допустимые значения удельного коэффициента теплопередачи  
теплозащитной оболочки здания**

Отапливаемый объем здания, $V_{от}$ , м <sup>3</sup>	Значения $k_{об}^{mp}$ , Вт/(м <sup>3</sup> ·°С), при значениях ГСОП, °С·сут/год				
	1000	3000	6000	9000	12000
300	0,995	0,736	0,53	0,414	0,339
750	0,733	0,543	0,39	0,305	0,25
1920	0,536	0,397	0,285	0,223	0,183
4800	0,403	0,298	0,215	0,168	0,138
12000	0,315	0,233	0,168	0,131	0,107
30000	0,269	0,191	0,138	0,108	0,088
75000	0,269	0,165	0,119	0,093	0,078
185000	0,269	0,155	0,11	0,09	0,078

В качестве приложения к СНиПу будет предложен метод расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, поскольку это основная величина, которая нормируется, и ее расчет должен быть абсолютно прозрачен. Если рассмотреть этот расчет, то мы планируем дать метод, который сейчас в СП отсутствует. Точнее, там присутствует формально «правильный» метод, но использовать его для расчетов нельзя, поскольку невозможно выполнить разбиение на зоны для современных ограждающих конструкций, нельзя рассчитать температурные поля, которые включают по несколько теплопроводных включений. Одни из этих полей трехмерные, а другие двухмерные.

Отметим также, что экспериментальное определение приведенного сопротивления теплопередаче является вспомогательным. Основным методом его определения – расчет. Это объясняется следующим. Приведенное сопротивление теплопередаче необходимо знать только для расчета теплотерь через всю теплозащитную оболочку здания. В этом расчете учитывается вся площадь всех наружных ограждений здания. Приведенное сопротивление теплопередаче должно быть известным для всех наружных ограждений. Например, при расчете теплотерь через наружную стену учитывается площадь наружной стены от цоколя до парапета и по периметру здания, следовательно, и приведенное сопротивление такой стены должно соответствовать данной площади. Испытание в камере можно выполнить лишь для небольшого фрагмента ограждающей конструкции. Дальнейшее распространение

полученных результатов на все здание может быть сделано практически только для панельных зданий (да и то с натяжками). Для всех остальных зданий приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций от цоколя до парапета и по всему периметру здания (с учетом перекрытий, балконных плит, ограждений лоджий, оконных откосов и т.д.) возможно определить только расчетом.

В связи с изложенным, следует также отметить бесперспективность проверки количественных показателей теплозащиты всех ограждений зданий в натурных условиях, в том числе с использованием тепловизионной техники. Проверка теплозащиты здания может быть осуществлена лишь для весьма ограниченной части конструкций, и даже такая проверка требует квалифицированных исследований в течение нескольких недель. Никакие курсы обучения работы «экспертов» с тепловизором и другие мероприятия не исправят данного положения. Но этот вопрос выходит за рамки описания актуализации СНиП.

Четвертое требование – экономическое. Предполагается, что оно будет добровольного применения. В нем предлагается оценка условного вклада от дальнейшего утепления ограждающей конструкции в снижение энергоемкости ВВП (в соответствии с Указом Президента РФ). Причем эта оценка будет не абсолютной, а сопоставительной, т.е. она позволит выбрать вариант конструктивного решения, обеспечивающего максимальное снижение энергоемкости ВВП. Кроме того, введенный для этой оценки критерий оказывается очень эффективным при оптимизации конструкции в процессе ее создания.

Таким образом, мы планируем скорректировать содержание СНиП, снабдив его указанием путей повышения энергоэффективности теплозащитной оболочки зданий и совершенствованием методов расчетов. Эти мероприятия не потребуют значительных материальных вложений, следовательно, не приведут к увеличению стоимости строительства, однако они обеспечат реальную экономию энергии на отопление. Повышение теплозащиты стен здания планируется не за счет увеличения толщины утеплителя, а за счет повышения теплотехнической однородности ограждающих конструкций и совершенствования планировочных решений здания. Все это соответствует духу и букве Федерального Закона от 23.11.2009 г. № 261–ФЗ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гагарин В. Г., Козлов В. В. О нормировании теплопотерь через оболочку здания. // *Academia*. Архитектура и строительство. 2010, № 3, стр. 279 – 286.

# **ПРОИЗВОДСТВО АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА В РОССИИ: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

*Г. И. Гринфельд, исполнительный директор*

*Национальная Ассоциация производителей Автоклавного Газобетона*

## **1. История производства ячеистых бетонов в СССР**

Производство ячеистых бетонов в СССР стало активно развиваться в 30-е годы. В силу структурных особенностей становления советской экономики преимущество тогда отдавалось пенному способу поризации и естественному твердению бетона.

Производство автоклавных ячеистых бетонов (АЯБ) с газовой поризацией в промышленных масштабах развернулось в 50-е годы. К 60-м годам производство автоклавных ячеистых бетонов стало самостоятельным, растущим научным направлением, во многом опережающим европейские наработки в этой области. В 60–70-е годы разрабатывались и внедрялись технологии воздействия на растущий массив (вибрационная, затем ударная), позволяющие менее критично относиться к качеству сырья. Велись исследования зависимости свойств бетона от характеристик сырьевых компонентов, технологических режимов изготовления, построение корреляционных зависимостей прочности от плотности, морозостойкости от плотности, состава и технологии производства.

К концу 80-х годов производство армированных изделий и мелких блоков составляло около 6 млн. м<sup>3</sup> в год. В 1989 году средняя плотность бетона панелей наружных стен составляла 687 кг/м<sup>3</sup>, средняя плотность бетона мелких блоков — 643 кг/м<sup>3</sup>. В то же время в Уральском ПромстройНИИПроекте и в ЛенЗНИИЭПе были выполнены работы, позволившие начать опытно-промышленное производство армированных панелей из вариотропного газобетона со средней плотностью 350 кг/м<sup>3</sup>.

К этому времени в СССР из ячеистых бетонов было построено более 200 млн. м<sup>2</sup> общей площади жилья, более 400 млн. м<sup>2</sup> промзданий, более 5 млн. м<sup>2</sup> животноводческих комплексов и более 20 млн. м<sup>2</sup> культурно-бытовых и общественных зданий.

При этом, несмотря на высокий уровень отечественных научных разработок, ориентиром для советской промышленности служили западноевропейские достижения (понижение плотности панелей и блоков вплоть до 300 кг/м<sup>3</sup>), основанные, в первую очередь, на стабильном сырье и оборудовании, обеспечивающем высокую однородность материала.

## **2. Программа развития производства автоклавного газобетона**

В 1987 г., с принятием очередной жилищной программы СССР, основным средством ее реализации стала научно-производственно-техническая программа «Система



эффективного строительства жилых и общественных зданий из ячеистых бетонов», утвержденная постановлением Госстроя № 157 от 09.08.87 г. и состоящая из 6 подпрограмм:

1. Организация массового производства комплектных изделий для жилищного и общественного строительства из ячеистых бетонов на базе новейших технологий.
2. Организация изготовления комплектного оборудования для заводов нового поколения по производству ячеистых бетонов мощностью 150–200 тыс. м<sup>3</sup> в год.
3. Развитие мощностей по производству извести для полного удовлетворения потребности выпуска ячеистых бетонов.
4. Система эффективных проектных решений жилых домов и объектов социальной сферы, образующих градостроительные комплексы из ячеистых бетонов.
5. Разработка комплексных проектно-технологических решений зданий и их элементов из ячеистого бетона.
6. Экспериментальное и головное проектирование и строительство градостроительных комплексов из ячеистых бетонов.

Принятая программа предполагала строительство около 250 новых заводов автоклавного ячеистого бетона с доведением его общего выпуска к 1995 г. до 40–45 млн. м<sup>3</sup> в год.

Планы предусматривали не только механическое наращивание объемов выпуска автоклавных бетонов. Важной задачей было снижение средней плотности выпускаемой продукции: «При снижении объемной массы ячеистого бетона можно утоньшить стены и снизить расход материала на 1 м<sup>2</sup> общей площади, что эквивалентно росту производства материала. Так, снижением плотности с 600 до 300 кг/м<sup>3</sup> толщину стены можно уменьшить вдвое, а расход материалов — в 4 раза», «Таким образом, 7-кратное увеличение производства ячеистых бетонов в нашей стране следует сопровождать двукратным снижением их объемной массы...»

### ***3. Новейшая история автоклавного газобетона в России***

Действительность, однако, в силу особенностей советской экономики и динамики мировых цен на энергоносители, не дала реализоваться столь амбициозным планам. Прогнозируемый рост производства автоклавных армированных изделий и мелких блоков с 6 до 40 млн. м<sup>3</sup> обернулся падением до уровня 3,5 млн. м<sup>3</sup> (из них в России – около 2 млн. м<sup>3</sup>).

При этом советские инвестиционные программы обладали некоторой инерцией. Так, закупленное в конце 80-х с правом копирования оборудование фирмы *Ytong* было смонтировано в Самаре уже в постсоветское время и ОАО «Коттедж» начал выпуск блоков из автоклавного бетона в 1995 г. Оборудование было скопировано в Набережных Челнах и им (в упрощенном исполнении) был оснащен набережно-челнинский «Завод ячеистых бетонов».

Практически параллельно с монтажом закупленного *Ytong* в рамках программы вывода советских войск из Германии на пространстве бывшего СССР, было построено несколько заводов по выпуску изделий из автоклавного газобетона на оборудовании фирмы *Hebel* (завод в Липецке, 211 КЖБИ МО РФ в г. Сертолово под Санкт–Петербургом, комбинат «Забудова» в п. Чисть в Белоруссии). В то же время был запущен завод «Сибит» на оборудовании *Ytong* в Новосибирске.

Заводы на импортном оборудовании, запущенные в 1994–97 гг., обеспечили появление на российском строительном рынке более 0,5 млн. м<sup>3</sup> газобетонных блоков с высокой точностью геометрических размеров, позволяющих вести кладку на тонкослойных клеевых растворах. Продукция этих заводов, ставшая, действительно, «газобетоном нового поколения», существенно повлияла на конструктивные решения жилых и офисных зданий с монолитным каркасом, старт коммерческого строительства которых пришелся, как раз, на конец девяностых.

До конца 1998 г. инвестиционный климат в России не способствовал притоку сравнительно крупных частных капиталов в производство строительных материалов. Такая ситуация породила появление и бурное развитие маленьких местных производителей неавтоклавного ячеистого бетона. Во многих регионах России понятие «пеноблок» прочно вошло в обиход и стало синонимом понятия «ячеистый бетон», что тактически было вполне обоснованно по причине практически полного отсутствия стеновых камней из автоклавного ячеистого бетона.

Изменения инвестиционного климата после 1998 г. и последовавший рост спроса и цен на жилье, а также общий рост объемов строительства, привели к постепенному увеличению объемов инвестиций в промышленность строительных материалов, что привело к заметному росту производства автоклавного газобетона (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

#### Установленные мощности заводов АЯБ в России

Год	1990	1995	2000	2005	2010	2013*
Установленные мощности, тыс. м <sup>3</sup> в год	1291	1928	2348	4508	7850	13575
Прирост за период, тыс.м <sup>3</sup>	0	637	420	2160	3342	5725

\*данные на 2013-й г. приведены по объявленным планам и заключенным контрактам на поставку оборудования

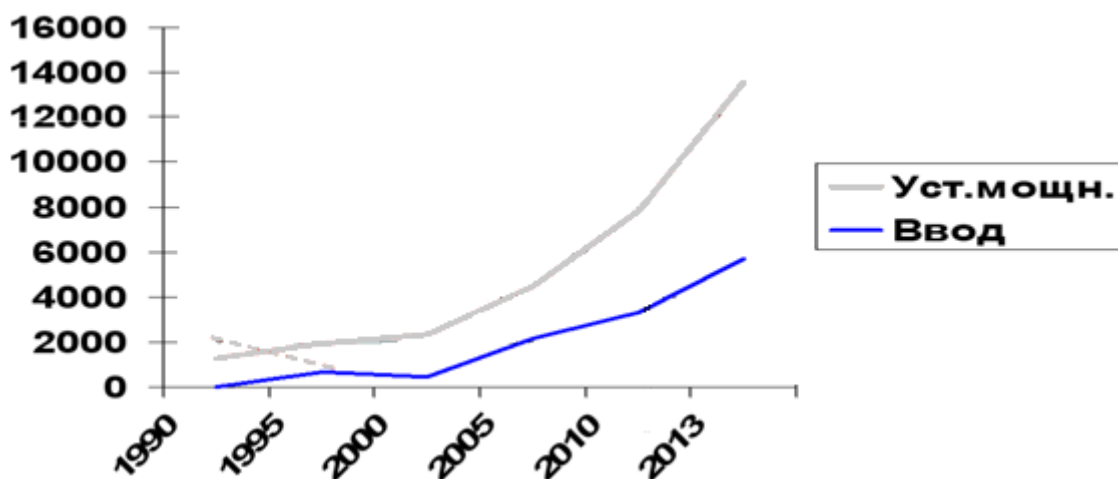


Рис. 1 Ввод мощностей по производству АЯБ в России, тыс. м³ в год

#### 4. Нормативные требования к автоклавным ячеистым бетонам и их эксплуатационные характеристики

Если к концу 80-х кладка на клей виделась чем-то перспективным, прописывалась в проектах, но в реальной жизни практически отсутствовала, то к концу 90-х на строительных объектах Москвы, Петербурга, Новосибирска и ряда других городов кладка газобетонных блоков на клей стала принимать характер нормы. В это время возвращается в повестку дня вопрос о нормативных характеристиках конструкций из ячеистых бетонов. Появляется ряд публикаций о фактическом значении равновесной влажности ячеистых бетонов в конструкциях наружных ограждений на уровне 4–6%, этот же вопрос по инициативе НИИЖБа обсуждается в Госстрое, где принимается компромиссное решение о возможности выдачи разъяснительных писем о расчетных значениях влажности и коэффициентов теплопроводности, предоставляемых по запросам конкретных заводов. В 2001 г. появляется научно-технический отчет «Определение теплотехнических характеристик ячеистого бетона», выполненный НИИСФ РААСН по заказу центра «Поликварт».

Тогда же на основании отдельных испытаний НИИЖБа включаются в разряд конструкционно-теплоизоляционных бетоны марок по средней плотности D350 и D400, хотя разъяснительные письма выдаются с указанием конкретных производителей. Работа по уточнению расчетных характеристик автоклавных ячеистых бетонов, продолжающаяся с 1998 по 2005 гг., носила в 2000 г. характер отдельных НИР с выдачей отчетов, по заказу отдельных юридических лиц. В силу этого, служит инструментом конкурентной борьбы и не ведет к формированию изменений в общей нормативной базе. Именно возможность получать финансирование за механическое повторение уже проделанных испытаний и исследований,

исключает головные институты, ответственные за нормирование расчетных характеристик материалов, из числа заинтересованных в обновлении нормативов.

Однако, продолжающийся ввод в строй новых заводов приводит к качественному изменению ситуации. «Теплит», «ЭКО», «Аэрок» и ряд ранее запущенных заводов инициируют включение в план работы ТК465 «Строительство» программы по пересмотру ГОСТ 25485–89 и 21520–89 в части автоклавных ячеистых бетонов. Головной организацией, ответственной за координацию работ по пересмотру, становится разработчик пересматриваемых стандартов НИИЖБ им. Гвоздева.

Полтора года работы над стандартами привели к выходу в свет ГОСТ 31359–2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия» и ГОСТ 31360–2007 «Изделия стеновые неармированные из бетонов ячеистых автоклавного твердения. Технические условия», которые были приняты на заседании Межгосударственной научно-технической комиссии по стандартизации, техническому нормированию и стандартизации в строительстве (протокол № 32 от 21.11.07 г.) и введены в действие на территории России в качестве национальных стандартов приказами №№ 109-ст и 110-ст от 21.05.08 г. Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

В принятых стандартах были устранены ограничения, введенные по принципу «от достигнутого», упорядочены разграничения бетонов по видам, табличные требования заменены параметрическими рядами, произведена унификация требований к материалам и определен исчерпывающий перечень показателей качества бетонов и изделий из них. С момента опубликования этих стандартов производство и применение автоклавного газобетона в России стало окончательно узаконенным.

#### ***5. Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона***

Консолидация усилий специалистов нескольких предприятий способствовала логическому развитию простой кооперации в создании некоммерческого партнерства «Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона», которое в настоящий момент объединяет десять производственных структур с суммарной производительностью более 3 млн.м<sup>3</sup> в год, что составляет более 40% от общего объема установленных мощностей по производству АЯБ в России (рис. 2).

Работа Ассоциации НААГ, начатая в нормотворческом русле, во многом сохраняет свою направленность на оптимизацию нормативного поля для более рационального применения автоклавного газобетона. В 2009 г. было принято решение о создании норматива, облегчающего проектирование конструкций с применением АЯБ. Но попытки заказать подготовку такого документа, поручив всю работу единственному разработчику, не привели к желаемому результату. В первую очередь по причине окончательного разрушения

отделов нормирования в бывших отраслевых НИИ и созданных на их базе самостоятельных структурах. Поэтому окончание работы над нормативом по применению газобетона, которое планировалось на осень 2010 г., теперь ожидается к середине-концу 2011 г. Функции основного разработчика и координатора работ взял на себя Научно-технический совет Ассоциации, а разработка отдельных разделов норматива поручается различным учреждениям высшей школы, в которые после деградации отраслевых научных учреждений переместился пульс научной жизни страны.

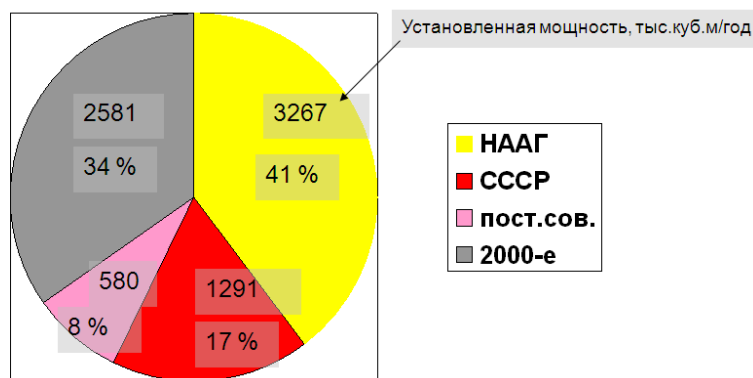


Рис. 2 Структура производственных мощностей по состоянию на октябрь 2010 г.

Помимо нормотворчества Ассоциация ведет просветительскую деятельность и способствует обмену опытом между предприятиями в вопросах производства, стратегии взаимодействия с поставщиками и практики применения готовой продукции. Отдельным пунктом следует обозначить взаимодействие с федеральными и региональными органами, отвечающими за техническую политику государства в области нормирования, строительства и энергетики.

#### 6. Сегодняшний день и перспективы

В настоящий момент в России действуют 52 завода по производству автоклавного газобетона производительностью более 30 тыс. м<sup>3</sup> в месяц; строится и готовится к запуску еще 21 завод; законсервировано 5 предприятий.

Установленная мощность всех построенных предприятий составляет около 8 млн. м<sup>3</sup> в год, с учетом заявленной к пуску, к 2013 г. она может составить около 14 млн. м<sup>3</sup>. В настоящий момент уже около 85% газобетона в России производится на современном оборудовании, позволяющем обеспечивать высокую точность геометрических размеров и добиваться высокой прочности при низких значениях средней плотности.

Перспективы производства автоклавного газобетона в России тесно связаны с общими тенденциями экономического развития нашей страны и с направлением развития структуры

ЖКХ и тарифной политики в области энергетики. Доля применения газобетона в строительстве в последнее десятилетие неуклонно росла, поскольку он является объективно самым дешевым стеновым материалом.

Следует отметить, что удельное применение газобетона сильно различается по регионам. Так, в Санкт-Петербурге расходуется около 0,2 м<sup>3</sup> газобетона на 1 м<sup>2</sup> вводимого жилья, а, скажем, в отдельных областях центрального нечерноземья — менее 0,05 м<sup>3</sup>. Причиной тому строительные традиции, неравномерное распределение производственных мощностей и незаконченность работы по актуализации нормативной базы, регулирующей применение автоклавного газобетона. Поэтому потенциал для роста потребления газобетона в России достаточно велик.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЗОЛЫ-УНОС РЕФТИНСКОЙ ГРЭС ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Ф. Л. Капустин, д-р техн. наук, профессор, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный  
университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»*

На Рефтинской ГРЭС при сжигании пылевидного каменного угля Экибастузского бассейна ежегодно образуется до 4 млн. тонн золы-унос, которая улавливается электрофильтрами из дымовых газов, смешивается с водой и удаляется в отвал вместе со шлаком в виде золошлаковой пульпы. В настоящее время в золоотвале скопились десятки миллионов тонн золошлаковых отходов, которые занимают значительные площади земли и загрязняют окружающую природную среду.

Для утилизации золошлаков на ГРЭС работает установка по отгрузке сухой золы производительностью до 300 тыс. тонн в год. Основными потребителями золы являются предприятия ООО «ПСО «Теплит» и ОАО «Завод ЖБИ «Бетфор», выпускающие изделия из автоклавного газозолобетона. Зола-унос также может быть использована и при производстве цемента, строительной керамики, бетонных и железобетонных изделий, строительстве автомобильных дорог и др.

Пригодность золошлаковых материалов в качестве сырья для производства строительных материалов определяется отсутствием или ограниченным содержанием в них вредных компонентов, ухудшающих физико-механические и эксплуатационно-технические свойства изделий или затрудняющих технологические процессы их производства и ограничивающих область применения. Для оценки возможности использования золы в

производстве строительных изделий основными характеристиками являются экологическая безопасность, химический состав, содержание горючих и свободного оксида кальция, удельная поверхность, температура плавления.

Исследования показали, что зола-унос Рефтинской ГРЭС характеризуется достаточно однородным гранулометрическим и химическим составом и удовлетворяет требованиям ОСТ 34–70–542–2001 «Зола-унос тепловых электростанций. Нормативные характеристики». Зола имеет следующий гранулометрический состав: 7–20% менее 0,01 мм; 40–50% от 0,01 до 0,04 мм; 20–30% от 0,04 до 0,10 мм; 10–25% от 0,10 до 0,25 мм; 2–5% более 0,25 мм. Ее влажность до 0,5%, удельная поверхность 300–400 м<sup>2</sup>/кг, насыпная плотность 900–950 кг/м<sup>3</sup>.

Химический состав золы следующий, мас. %: 1–4 Δm<sub>прк</sub>; 58–62 SiO<sub>2</sub>; 25–28 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 4–8 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1–3 CaO; до 1,5 MgO; до 1,5 R<sub>2</sub>O; до 1,0 SO<sub>3</sub>. Результаты химического анализа показывают сопоставимость по составу золы с глинами, применяемыми в производстве керамических изделий и портландцементного клинкера. Компонентный состав золы представлен до 70% стеклом, а также кварцем, муллитом, оксидами железа и коксовыми остатками.

В соответствии с руководящим документом РД 34.09.603–88 «Методические указания по организации контроля состава и свойств золы и шлаков, отпускаемых потребителям тепловыми электростанциями» по химическому составу зола Рефтинской ГРЭС является кислой (модуль основности – менее 1,0), с низким содержанием горючих (потери массы при прокаливании менее 5,0%), высокодисперсной (удельная поверхность более 300 м<sup>2</sup>/кг) и тугоплавкой (температура плавления выше 1400°C). По основным свойствам она удовлетворяет требованиям ГОСТ 25818–91 «Зола-уноса тепловых электростанций для бетона. Технические условия», относится к 3 виду, т.е. может применяться в производстве ячеистых бетонов.

Рефтинская ГРЭС отгружает золу-унос потребителям в соответствии с техническими условиями ТУ 5717–004–79935691–2009. Результаты определения физических свойств и химического состава золы и соответствие их требованиям данных технических условий приведены в табл. 1. На основании токсикологической оценки золошлаковые отходы теплоэнергетики характеризуются как «вещества умеренно опасные», т.е. относятся к III классу опасности. Исследование радиоизотопного состава выявили присутствие в золе урана 238, тория 232 и калия 40 в незначительном количестве, что обуславливает ее некоторую радиоактивность. Суммарная удельная эффективная активность естественных радионуклидов золы Рефтинской ГРЭС составляет 95,1 Бк/кг, и она практически не превышает естественный фон и в несколько раз ниже нормативного значения.

Анализ редкоэлементного и радиоизотопного состава показал, что экибастузская зола Рефтинской ГРЭС может использоваться в качестве сырья для производства строительных

материалов и в строительстве. Измерения радиоактивности газозолобетона на основе золы Рефтинской ГРЭС ( $A_{эфф} = 40,33$  Бк/кг) показали, что по радиационной безопасности он соответствует ГОСТ 25485–89 «Бетоны ячеистые. Технические условия» и может применяться без ограничения при строительстве гражданских и производственных зданий и сооружений.

Таблица 1

**Свойства золы-уноса Рефтинской ГРЭС**

Наименование показателя	По ТУ	Фактическое значение
Остаток на сите № 008, %	Не более 30	22,1
Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг	Не менее 150	340
Влажность, %	Не более 1,0	0,02
Потери массы при прокаливании, %	Не более 5	3,0
Содержание оксида кальция (CaO), %	Не более 10	1,29
Содержание оксида магния (MgO), %	Не более 5	0,57
Содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO <sub>3</sub> , %	Не более 5	0,12
Содержание щелочных оксидов в пересчете на Na <sub>2</sub> O, %	Не более 3	1,10
Суммарная удельная эффективная активность естественных радионуклидов $A_{эфф}$ , Бк/кг	До 370	95,06

Кроме золы-уноса в производстве строительных материалов и изделий можно использовать золошлаковую смесь с отвала ГРЭС. В Свердловской области существует промышленный опыт получения строительного керамического кирпича марок до М200, в составе сырьевой смеси которого применяется золошлаковая смесь в качестве отошающей добавки. В Челябинской области работает предприятие по производству силикатного кирпича с использованием золошлаковой смеси местной ТЭЦ в качестве кремнеземистого компонента вместо кварцевого песка. На одном из цементных заводов проведены успешные опытно-промышленные испытания по получению портландцемента общестроительного назначения с добавкой до 20% золошлаковой смеси вместо доменного гранулированного шлака. Золопортландцемент удовлетворяет требованиям ГОСТ 31108–2003 «Цементы общестроительные. Технические условия» и может использоваться при производстве бетонных и железобетонных изделий нормального твердения и после пропаривания. На одном из предприятий Иркутской области внедрена технология производства автоклавных газозоло-



бетонных изделий с использованием в составе шихты отвальной золошлаковой смеси местной ТЭЦ в качестве кремнеземистого компонента, а цементный завод ОАО «Ангарскцемент» применяет ее в качестве алюмосиликатного компонента сырьевой смеси портландцементного клинкера.

Таким образом, существующий отечественный опыт промышленного использования золошлаковых материалов показывает целесообразность, перспективность и экономическую эффективность производства и применения золосодержащей строительной продукции. Подтверждением этому является и зарубежный опыт по широкой утилизации золошлаков в производстве бетонных изделий, цемента и строительстве автомобильных дорог и насыпных сооружений. Применение золы и шлака ТЭС в строительстве является одним из реальных способов защиты окружающей среды, так как ликвидируются золоотвалы и снижаются объемы добычи природного сырья.

## **ШТУКАТУРНЫЕ СОСТАВЫ И КОНСТРУКЦИИ СЕН-ГОБЕН ДЛЯ НАРУЖНОЙ ОТДЕЛКИ ГАЗОБЕТОННЫХ СТЕН**

*А. А. Локочинский, канд. техн. наук, технический менеджер*

*ООО «Сен-Гобен Строительная Продукция Рус»*

Проектирование и строительство современного здорового здания имеет существенное значение для жизнеобеспечения живущих и работающих в нем людей. Правильный выбор фасадных технологий и материалов является важным звеном проектных решений и это особенно важно для современной энергоэффективной ограждающей конструкции из газобетона. Компания ООО «Сен-Гобен Строительная Продукция Рус» предлагает проектировщикам и строителям фасадные штукатурные материалы торговой марки “Вебер-Ветонит (Серпо)” для газобетонных стен, имеющие минеральную основу и обеспечивающие фасадному покрытию паропроницаемость. Ограждающая стеновая конструкция, благодаря направленной диффузии и воздухопроницаемости, пропускает водяной пар – здание “дышит”. Фасадные материалы *weber.vetonit*, проверенные пятидесятилетней практикой применения в условиях Финляндии и Швеции в новом строительстве и при реконструкции, идеально подходят для применения в России, отвечая и климатическим условиям, и сложившимся отечественным традициям строительства. Материалы, обладая прекрасными показателями влаго- и морозостойкости, долговечности, использовались в российской строительной практике с 80-ых годов на таких значимых объектах, как гостиницы “Астория”,

“Англетер”, “Гранд Отель Европа”, “Рэдиссон” в Санкт-Петербурге, здания банков “Швейцарский Кредит” и “Хомос”, Пенсионного фонда и др. в Москве.

Ассортимент поставляемых на российский рынок фасадных материалов “Вебер-Ветонит” включает: штукатурки; цементно-полимерные покрытия; цветные, известково-цементные и силикатные покрытия; известково-цементные, силикатные и силикат-силиконовые краски.

Один из самых распространенных материалов – универсальная фасадная штукатурка *weber.vetonit 414* на основе извести и цемента, усиленная для прочности волокном. Рекомендуется для штукатурного выравнивания (слоем нанесения 5–25 мм) на любых минеральных основаниях, в том числе и на слабых основах: старая штукатурка, деревянные конструкции, газобетон с обязательным усилением сеткой. Штукатурка отвечает российским нормативно-техническим требованиям по морозостойкости, рассчитана на традиционную двухслойную обработку фасадов, используется также в оригинальной толстослойной конструкции со скрепленной изоляцией. Техническая характеристика приведена в табл. 1.

Таблица 1

**Техническая характеристика штукатурок Вебер-Ветонит**

Технические показатели	Марка <i>weber.vetonit</i>	
	410	414
Толщина слоя за одно нанесение, мм	3-10	8-25
Максимальный размер фракций, мм	1	4
Прочность в возрасте 28 сут., МПа на:	6,2	8,0
	изгиб	3,8
Паропроницаемость, мг/м·чПа, не менее	0,30	0,35
Морозостойкость, циклов, не менее	75	75

*Weber.vetonit 410* – усиленная волокном тонкослойная фасадная штукатурка на основе цемента. Наносится слоем 5–8 мм. Применяется на следующих основах: бетон, бетонные, керамзитобетонные и газобетонные блоки, стена из силикатного кирпича, обладает оптимальными показателями паропроницаемости и морозостойкости. Штукатурка рекомендуется для использования в легких теплоизоляционных конструкциях для нанесения на минераловатные, пенополистирольные плиты, а также для предварительной наружной отделки.

Цементно-полимерные покрытия *weber.vetonit 430, 434* и *431* в технологиях Сен – Гобен рассматриваются как материалы только белого цвета для образования фактурных поверхностей типа “Шуба”, “Короед”, предназначенных для последующей окраски силикатными и силикат-силиконовыми красками. Покрытия различаются размерами

фракций соответственно 1 или 2, или 3 мм, обеспечивают высокую адгезию с основой, водоотталкивающие свойства и высокую износостойкость. Фактура поверхности производится напылением и затиркой. Затирку рекомендуется проводить по свеженанесенному раствору.

Цветные известково-цементные смеси *weber.vetonit 201, 202 и 206* предназначены для выполнения фасадных покрытий по поверхностям, оштукатуренным известково-цементными растворами *weber.vetonit 414*. Покрытия просты в исполнении, наносятся вручную или напылением с образованием фактурной поверхности типа “Шуба”, обеспечивают высокую паропроницаемость и прочное соединение с основой. Имеется широкий выбор из 36 цветов.

Фасадное, силиконовое *weber.pas silicon* или силикат-силиконовое *weber.pas extra Clean* – это затираемые покрытия, готовые к применению для ручного или механизированного нанесения на предварительно оштукатуренные поверхности фасада. Покрытия обеспечивают паропроницаемость конструкции, образование прочной, износостойкой, грязе- и водоотталкивающей поверхности. Наличие фракций 1,5 или 2,0, или 3,0 мм гарантирует получение любой фактуры. Предлагается выбор любого цвета из 200.

*Weber.ton micro V* – фасадная силикатная краска с микроволокном, готовая к применению для ручного или механизированного нанесения на оштукатуренные или предварительно подготовленные полимерно-цементными материалами фактурные или выравненные шпаклевкой *weber.vetonit VH white* поверхности фасада. Краска образует износостойкие, грязе- и водоотталкивающие поверхности, обеспечивает высокие показатели паропроницаемости. Компания предлагает широкий выбор из 200 цветов.

Фасадные отделочные материалы с успехом применялись и применяются в строительстве коттеджных поселков в Ленинградской области и Подмосковье, культовых зданий Георгиевской церкви в Старой Ладоге, церкви Ксении Блаженной на Смоленском кладбище в Петербурге, отделке здания единого диспетчерского центра Московского вокзала и других многочисленных столичных фасадов.

Фасадная конструкция Вебер-Ветонит 414 с толстым наружным штукатурным слоем предусматривает использование раствора *weber.vetonit 414*, рекомендуется для штукатурного выравнивания слоем толщиной 5–25 мм на слабых основах: старая штукатурка, деревянные конструкции, газобетон с обязательным усилением сеткой (рис. 1). Для усиления штукатурного слоя используется горяче оцинкованная штукатурная сетка, которая крепится к стеновой конструкции. Для фиксации сетки в ограждающей конструкции применяются крепежные элементы из нержавеющей стали.

Фасадная конструкция Вебер-Ветонит 410 с тонким наружным штукатурным слоем предусматривает использование раствора *weber.vetonit 410* толщиной 5–8 мм. Система

включает в себя: грунтовку по основанию *weber.vetonit MD 16* или *weber.prim base*; базовый штукатурный слой *weber.vetonit 410*; армирующую сетку из стекловолокна; выравнивающий штукатурный слой; декоративно-отделочный слой (рис. 2). Декоративная отделка выполняется по вышеописанной схеме конструкции с широким выбором из 200 предлагаемых цветов силикатных красок и покрытий.

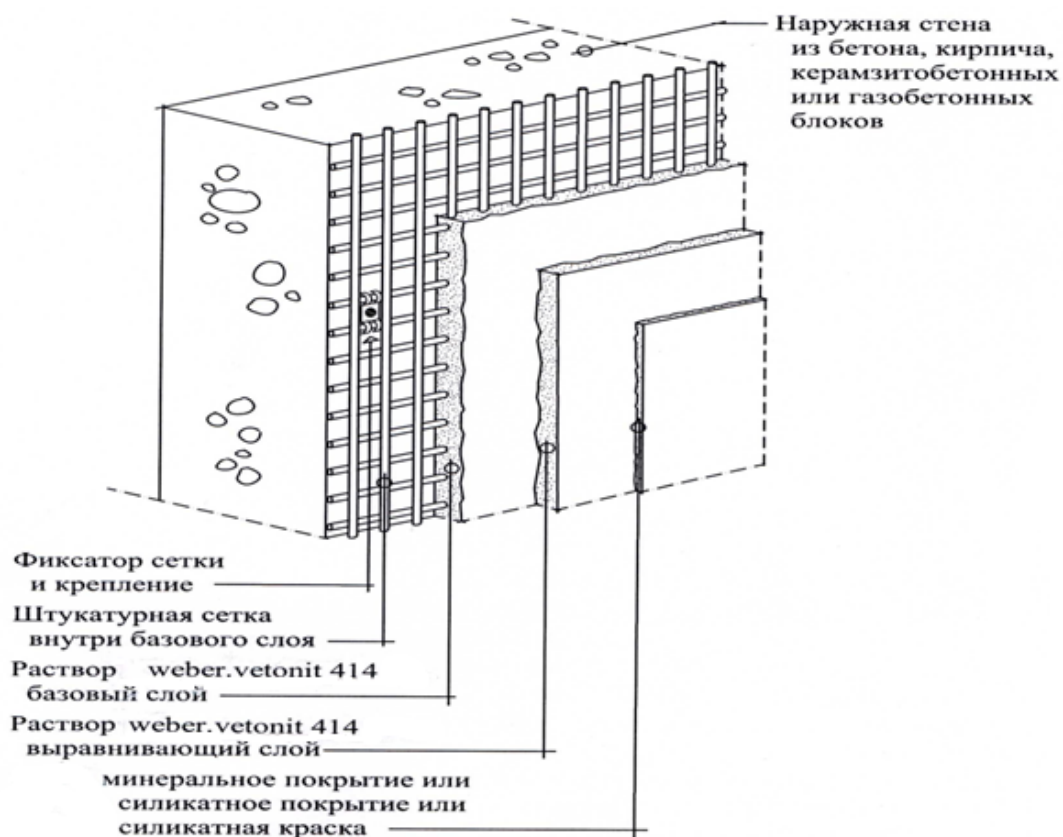


Рис.1. Конструкция Вебер-Ветонит 414

Теплозащита и влагозащита ограждающей конструкции с наружной стороны без регулирования процессов тепло- и влагопереноса из эксплуатируемых помещений не обеспечивают сохранение теплофизических параметров газобетона, а наоборот могут ухудшить их. С позиций строительной физики целесообразно внутренние отделочные слои выполнять плотнее газобетона, что обеспечит накопление тепла в ограждающей конструкции, повышение сопротивления паропрооницанию, сокращение или предотвращение образования конденсата. Для внутренней отделки Сен-Гобен в этих целях предлагает проверенную линейку штукатурок для сухих, влажных и мокрых помещений: *weber.vetonit TT* и *TTT*, *weber.stuk cement*; шпаклевок: *weber.vetonit VH*, *weber.rend fasad*. Эти штукатурки и шпаклевки универсальны, могут быть применены для выравнивания фасадных поверхностей. Шпаклевки могут использоваться непосредственно перед покраской фасада. Для сухих помещений могут быть применены брендовые шпаклевки *weber.vetonit LR+* и *KR*.

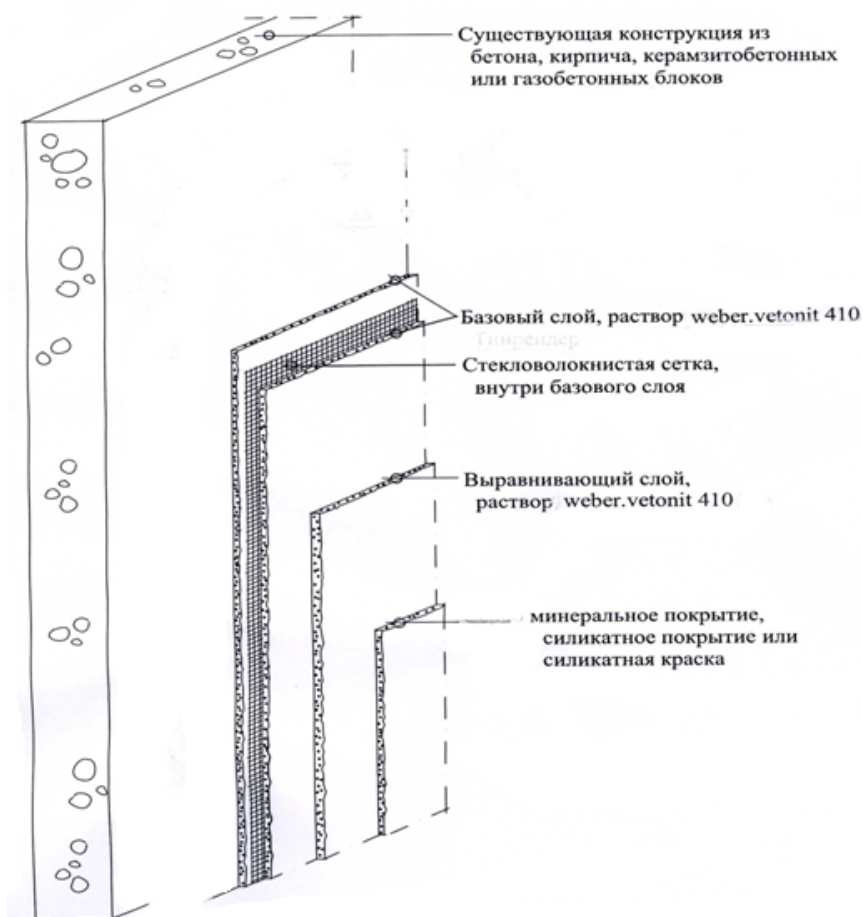


Рис. 2. Конструкция Вебер-Ветонит 410.

Для выполнения кладки блоков из ячеистого бетона, пено- и керамзитобетона компания Сен-Гобен выпускает клей *weber.vetonit blok*, позволяющий вести кладку с минимальной толщиной шва 1–2 мм, снижающей влияние на ограждающую конструкцию “мостиков холода”. Зимняя формула рецептуры позволяет вести кладочные работы в зимних условиях при температуре до  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Для изоляции стен из газобетона от увлажняющих воздействий компания Сен-Гобен предлагает выполнение гидроизоляции фундаментов и оснований зданий и сооружений обмазочным методом:

- снаружи, путем шпаклевания битумно-полимерным материалом *weber.tec Superflex 10* с предварительной грунтовкой поверхностей *weber.tec 901*;
- изнутри, изолирующими эластичными шпаклевками *weber.tec 824*, или *Superflex D2* или *Superflex D24*.

Указанные схемы гидроизоляции применяются при воздействии на сооружения естественной влажности почвы, просачивающейся и накапливающейся влаги и воды под давлением. Для гидроизоляции влажных и мокрых помещений, бассейнов, балконов и террас компания предлагает следующие материалы: *weber.tec 822* с грунтовкой *weber.prim 801*,

цементные шпаклевки *weber.tec 824* или *Superflex D2*. С подробным описанием технологий применения вышеприведенных материалов можно ознакомиться в описаниях технических карт, приводимых на сайтах: *weber.vetonit.ru* и *maxit.ru*.

Высокое качество, проверенное временем – отличительная черта продукции компании. Сен-Гобен свыше 50 лет занимается исследованиями и разработками уникальных составов сухих строительных смесей, постоянно совершенствует рецептуру и улучшает качество, поэтому завоевала международное признание. Это подтверждено международными сертификатами: по системе обеспечения качества при разработке и производстве новых видов продукции ИСО–9001; качества производства и продажи продукции ИСО–9002; качества по экологической безопасности продукции ИСО–14001. Продукция *weber.vetonit* в полном ассортименте сертифицирована в системе ГОСТ Р.

## **СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ *BAUMIT* И ТЕХНОЛОГИИ ОШТУКАТУРИВАНИЯ НАРУЖНЫХ СТЕН ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА**

*Е. В. Морозова, технический директор ООО «Баумит»*

Для отделки наружных стен из ячеистого бетона ООО «Баумит» предлагает современные материалы. При проведении работ по оштукатуриванию ячеистый бетон следует рассматривать как проблемное основание. Он значительно отличается по свойствам от традиционных строительных оснований, особенно в отношении водопоглощения, паропроницаемости, прочности. Комплекс этих проблем не может решить один материал. Необходимы штукатурные системы, включающие совместимые и дополняющие друг друга материалы, обеспечивающие трещиностойкость при деформациях различной природы, а также атмосферостойкость.

В Европе в промышленном строительстве применяют:

- системы тонкослойных штукатурок (5–7 мм) на основе армированных шпатлевочных слоев для отделки стен из автоклавного ячеистого бетона, с применением технологии «тонкого клеевого шва»;
- системы толстослойных легких штукатурок (15–30 мм), как правило, для отделки стен из пенобетонных формованных блоков, с применением технологии кладки на раствор.

К материалам каждой из систем предъявляются свои специфические требования. Шпаклевочные материалы в тонкослойной системе должны обладать высокой водоудерживающей способностью, небольшой усадкой, высокой эластичностью. Легкие штукатурки в толстослойной системе должны иметь незначительную плотность, прочность, а также относительно хорошую эластичность. Так как легкие штукатурки не обладают

хорошей гидрозащитой, то верхние тонкие слои системы – это декоративные штукатурки с хорошими изолирующим свойствами.

Основное назначение штукатурных систем – защита ячеистого бетона от разрушающих атмосферных воздействий и создание декоративного облика строения. Автоклавный ячеистый бетон в составе наружной стены эксплуатируется в широком диапазоне влажности, в условиях попеременного увлажнения и высушивания, замораживания и оттаивания. Штукатурные системы должны обеспечивать блокировку поступления влаги при косом дожде. Материалы системы должны быть паропроницаемыми, чтобы не допустить накопление влаги в ограждающей конструкции. После климатических воздействий должна сохраняться целостность штукатурной системы.

С учётом европейского опыта ООО «Баумит» в России предлагает две системы отделки наружных стен из ячеистого бетона (рис. 1).

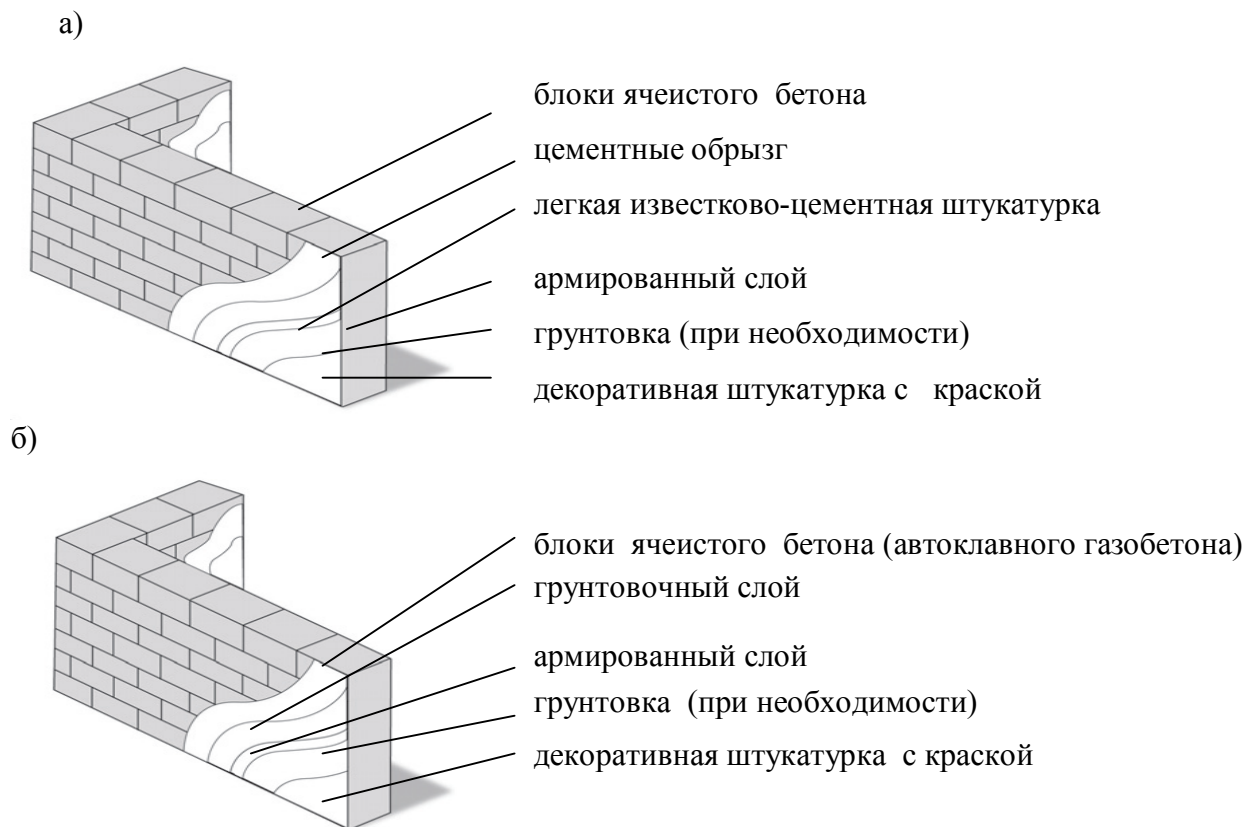


Рис. 1. Система отделки наружных стен из ячеистого бетона







а) система толстослойных штукатурок; б) система тонкослойных штукатурок.

В центре технологий и исследований *Xella* (Германия) были проведены испытания штукатурных систем *Baumit* на пригодность для отделки ячеистого бетона. После имитации климатических условий (смена фаз нагрева и быстрого охлаждения дождеванием) образования дефектов не обнаружено, адгезия отвечает нормативным требованиям, поглощения влаги

ячеистым бетоном не установлено. Результаты испытаний показали, что системы *Baumit* на основе тонкослойной армированной штукатурки и на основе легкой штукатурки пригодны для отделки ячеистого бетона.

Таблица 1

**Система толстослойных и тонкослойных штукатурок «Baumit»**

	Системы защиты и отделки внешних стен		
	СИСТЕМА ТОЛСТОСЛОЙНЫХ ЛЕГКИХ ШТУКАТУРОК 	СИСТЕМА ТОЛСТОСЛОЙНЫХ ЛЕГКИХ ШТУКАТУРОК 	ТОНКОСЛОЙНАЯ СИСТЕМА 
Нанесение	Ручным или машинным способом	Ручным или машинным способом	Ручным способом
Требования к основанию	Стены из профилированных и гладких блоков без неровностей и повреждений. Влажность основания не более 20%.		
Предварительная обработка	Цементный обрызг <i>Baumit VorSpritzer</i> . Время твердения 3 дня	Цементный обрызг <i>Baumit HandPutz 3</i> . Время твердения 3 дня	Грунтовочный слой из клеевой шпатлевки <i>Baumit KlebeSpachtel</i> , сцепляющего раствора <i>Baumit HaftMörtel</i> . Слой толщиной 1–2мм. Время твердения 24 часа. Расход: 1–2кг.
Основной слой	Легкая известково-цементная штукатурка <i>Baumit GrundPutzLeicht</i> . Толщина одного слоя от 20 до 30 мм. Поверхности грубо вытягиваются и затираются. Время сушки 7 дней на каждый 1 см толщины. Расход: 10–12 кг/м <sup>2</sup> /см	Легкая известково-цементная штукатурка <i>Baumit Hand Putz L</i> . Толщина одного слоя до 15 мм. Поверхности грубо вытягиваются и затираются. Время сушки 7 дней на каждый 1 см толщины. Расход: 10–12кг/м <sup>2</sup> /см	
Армированный слой	Сцепляющий раствор <i>Baumit HaftMörtel</i> . Армирующая стеклотканная сетка. Толщина слоя 3–4 мм. Время твердения 2–3 дня. Расход: 4 кг/м <sup>2</sup> .	Сцепляющий раствор <i>Baumit HaftMörtel</i> . Армирующая стеклотканная сетка. Толщина слоя 3–4 мм. Время твердения 2–3 дня. Расход: 4 кг/м <sup>2</sup> .	Клеевая шпатлевка <i>Baumit KlebeSpachtel</i> , сцепляющий раствор <i>Baumit HaftMörtel</i> , армирующая стеклотканная сетка. Толщина слоя 3–4 мм. Время твердения 2–3 дня. Расход: 4 кг/м <sup>2</sup> .
Декоративная отделка	Грунтовка <i>Baumit UniversalGrund</i> (при необходимости) Расход — 0,3 кг/м <sup>2</sup> , наносится валиком, кистью или краскопультом, время сушки 24 часа		
	Минеральная штукатурка <i>Baumit EdelPutzSpecial Natur</i> (толщина 1,5–2 мм, расход 3–3,5 кг/м <sup>2</sup> )  +Силикатная краска <i>Baumit Silikat Farbe</i> (Расход 0,6 кг/м <sup>2</sup> ) 	Силикатная штукатурка <i>Baumit SilikatPutz</i> (толщина 1,5–3 мм, расход 2,5–4,2 кг/м <sup>2</sup> ) 	Силиконовая штукатурка <i>Baumit SilikonPutz</i> (толщина 1,5–3 мм, расход 2,5–4,2 кг/м <sup>2</sup> ) 



Качество и долговечность штукатурной отделки обеспечивается использованием только системных материалов и соблюдением технологии нанесения. Основные требования к технологии нанесения отражены в табл. 1.

ООО «Баумит» предлагает материалы для проведения работ в условиях низких температур (от  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ ): тонкослойный клеевой раствор для кладки блоков из автоклавного ячеистого бетона и шпаклевочный состав для нанесения армированного слоя со стеклотканной сеткой. Декоративные штукатурки следует наносить, когда установится температура окружающего воздуха и основания (армированного слоя) не ниже  $+8^{\circ}\text{C}$ .

При проведении работ в условиях минусовых температур необходимо учитывать следующие требования:

- температура воздуха, материалов и основания во время нанесения и твердения материалов должна быть не ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ . Необходимо, чтобы после нанесения материала в течение 3 дней температура не опускалась ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ ;
- не допускается работать на обледеневших стенах;
- не допускается работать при ветре. При нанесении армирующих слоев в ветреную погоду снижается жизнеспособность растворов;
- при проведении работ следует защищать фасад от прямого попадания осадков;
- рабочие растворы к нанесению необходимо готовить в теплом помещении при температуре не ниже  $+(15-18)^{\circ}\text{C}$ . Затворять сухую смесь необходимо теплой водой с температурой  $+(20-50)^{\circ}\text{C}$ .

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ДОМОВ**

*Я. Паплавскис, канд. техн. наук, Aeroc AS,  
А. Фрош, дипломированный инженер, Aeroc AS*

В северных странах из общих энергозатрат ориентировочно 40–50% составляют энергозатраты на отопление помещений и подготовку горячей воды. Стоимость энергоносителей, т.е. нефти, газа, электроэнергии постоянно увеличивается. Поэтому вопросу экономии энергозатрат во всех странах уделяется большое внимание. Это отражается не только в дискуссиях, в средствах массовой информации, но и в нормативных документах. Так, например, в странах Европейского Союза начиная с 1 января 2009 г. каждое здание, как проектируемое, так и построенное ранее, должно иметь энергетический паспорт (энергосертификат).

В этом энергетическом паспорте должны быть приведены данные об общих теплопотерях зданий в кВт·ч/м<sup>2</sup> отапливаемой площади, а также эмиссия углекислого газа. Требование об уменьшении выделений CO<sub>2</sub> связано с усилиями ведущих стран мировой экономики препятствовать неблагоприятным изменениям климата, связанным с постоянным повышением средней температуры воздуха земного шара.

Директивы Европейского Союза не устанавливают требования для каждой страны в отдельности, так как климатические условия стран Европейского Союза существенно отличаются. Однако, методика определения общих теплопотерь зданий для всех стран является единой и изложена в стандарте EN ISO 13790:2008.

Каждая страна в отдельности при определении требований по энергозатратам должна руководствоваться как климатическими условиями своей страны, так и её общим экономическим уровнем жизни. Увеличение требований по теплозащите зданий всегда связано с увеличением стоимости строительства. В странах Европейского Союза банки, осуществляющие кредитование, пользуются правилом, согласно которому при получении кредита стоимость 1м<sup>2</sup> жилья должна быть приблизительно равна месячному окладу за вычетом налогов. В противном случае возникают проблемы с возвращением кредитов. Поэтому, поскольку месячные оклады в странах Европейского Союза существенно отличаются, а стоимость строительства приблизительно равна, то не могут быть единые требования по теплозащите зданий в Финляндии и Швеции по сравнению, например, с Эстонией и Латвией. Если их установить едиными, то тогда очень многие лишатся возможности решить свои жилищные проблемы вследствие отсутствия возможности получения кредита.

Какова ситуация с вопросом энергосбережения при проектировании и строительстве в Российской Федерации?

В Российской Федерации действительны строительные нормы СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий». Этими нормами в отличие от СНиП II–3–79 установлены требования не только к теплоизоляционным свойствам ограждающих конструкций, но и к нормативным теплопотерям зданий  $q_h^{reg}$  (кДж°С·сут) на 1 м<sup>2</sup> отапливаемой площади в году. При этом для ограждающих конструкций при определении теплопотерь в расчет должны приниматься:

- характеристики теплопроводности;
- влажностный режим наружных ограждений;
- воздухопроницаемость.

Наряду с этим в СНиП 23–02–2003 приведена методика составления и форма энергетического паспорта дома.

С появлением в РФ современных заводов, выпускающих автоклавный ячеистый бетон с плотностью 400 кг/м<sup>3</sup> и классом бетона по прочности не ниже В1,5 (например, ООО «ПСО «Теплит»), для многих климатических зон можно применять наружные однослойные стены без дополнительного утепления. Таким образом, в общем балансе стеновых материалов страны складывается новая ситуация, так как современный ячеистый бетон – это вызов стенам из кирпича с дополнительным утеплением, которые до сих пор являлись наиболее распространенными конструкциями наружных стен. Поэтому, по аналогии с ситуацией в других странах, организации и ведомства, лоббирующие производство кирпича и утеплителей, будут и в РФ ходатайствовать о пересмотре и увеличению требований по нормативным величинам значений коэффициентов теплопередачи, установленных в СНиП 23–02–2003.

На первый взгляд, такой подход может показаться обоснованным, если сопоставить требования, установленные в РФ и других странах (табл. 1).

Таблица 1

**Приведенный коэффициент теплопередачи  $U = 1/R_{qmin}$  (Вт/м<sup>2</sup>·°С)**

Элемент здания	Эстония	Литва	Латвия	Финляндия	г. Екатеринбург, РФ
	Рекомендуемый с 2009 г.			Начиная с 2010 г	
Стены	0,2–0,25	0,2	0,25 (вес стены ≤100 кг/м <sup>3</sup> )	0,17	0,29
			0,3 (вес стены ≥100 кг/м <sup>3</sup> )		
Крыша	0,15–0,2	0,16	0,2	0,09	0,19
Пол	0,15–0,2	0,25	0,2	0,16	0,22
Окна, Двери	0,7–1,4	1,6	1,8	1	1,7

Для крыши, пола и окон в РФ требования для  $U$  существенно не отличаются от требований, установленных в других странах. Однако для наружных стен коэффициент теплопередачи существенно превышает рекомендуемые требования, установленные в Эстонии, Латвии и Финляндии.

Означает ли это, что и в РФ следует пересмотреть величину  $R_{qmin}$  для наружных стен? Для ответа на этот вопрос необходимо проанализировать, от чего зависят общие теплопотери

в жилом доме и какую долю в них составляют наружные стены, крыша, пол, окна, двери и другие, не менее важные факторы.

Необходимо отметить, что изложенная в Своде Правил СП 23–101–2004 методика определения общих энергозатрат требует от проектировщика определенной подготовки в строительной физике. Поэтому до появления и опубликования компьютерной программы, расчет для проектировщиков является трудно решаемым. В Европе опубликовано несколько компьютерных программ по определению общих теплопотерь статическим или динамическим способом. Все они позволяют определить общие теплопотери с приемлемой точностью при условии использования обоснованных исходных данных.

Мы в данной публикации пользовались версией компьютерной программы «*DOF–Energia 2.0*», которая разработана в Финляндии. На наш взгляд, эта программа не только обеспечивает точность расчета, но и наглядна и понятна для специалиста, который ее применяет. Во многом это обусловлено тем, что в ее составлении принимали участие не только специалисты в области строительной физики, но и архитекторы, конструкторы, специалисты отопления, вентиляции и др.

При использовании программы «*DOF-Energia 2.0*» мы пользовались следующими исходными данными.

**Ограждающие конструкции.** Характеристики ограждающих конструкций двух этажного дома приведены в табл. 2.

Таблица 2

Элемент здания	Площадь, м <sup>2</sup>	R <sub>qmin</sub> , м <sup>2</sup> ·°C /Вт
Наружные стены	170	3,5
Крыша	66	5,2
Пол	66	4,6
Окна, двери	40	0,6
Отапливаемая площадь	132	—

Примечание: величины R<sub>qmin</sub> приняты согласно СНиП 23–02–2003 для условий г. Екатеринбурга.

**Отопительная система.** Энергоноситель – природный газ.

**Подготовка горячей воды.** Потребность горячей воды на одного человека принята 50 литров в день. Для семьи, состоящей из 4 человек, годовая потребность в горячей воде составляет 73 м<sup>3</sup> в год.

**Система кондиционирования воздуха.** Для стен, которые выложены из ячеистого автоклавного бетона, имеющего очень хорошие показатели тепловой инерции, кондиционирование воздуха в горячие летние дни не требуется.

**Вентиляция.** В расчетах принято, что полный воздухообмен в помещениях должен быть обеспечен в течении двух часов.

**Расход электроэнергии.** В расчетах приняты следующие расходы электроэнергии:

- для освещения – 7 кВт·ч/год;
- для принудительных вентиляционных систем с подогревом воздуха – 7 кВт·ч/год;
- для бытовой техники – 36 кВт·ч/год.

Итого 50 кВт·ч/год. Если в здании естественная вентиляция, общий расход электроэнергии составляет 43 кВт·ч/год.

**Инфильтрация.** Инфильтрация или воздухопроницаемость наружных ограждающих конструкций имеет не менее важное влияние на теплопотери, чем характеристики теплосопротивления. Согласно экспериментальным данным для стен из ячеистого автоклавного бетона воздухопроницаемость, при разнице давлений 50 Па, составляет 1 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> стены в час, то есть  $n_{50} = 1$ .

Программа «DOF-Energia 2.0» принимает в расчет не только потери энергии, но и поступление энергии, которое возникает из-за выделения тепла от находящихся внутри людей, бытовой техники и солнечной энергии. При определении общего баланса энергии от общих энергозатрат вычитаются поступления энергии. Как видно из вышеприведенного, при расчете энергозатрат на 1 м<sup>2</sup> жилых помещений во внимание должны приниматься не только теплопроводность ограждающих конструкций  $R_{qmin}$ , но и целый ряд других важных факторов.

Итоговые результаты расчета теплотрат на 1 м<sup>2</sup> жилой площади приведены на рис. 1. Эти расчеты позволяют сделать следующие выводы:

1. Расчетный расход тепловой энергии на отопление составляет 207 кВт·ч/м<sup>2</sup> и практически совпадает с нормируемым удельным расходом тепловой энергии на отопление  $q_h^{reg} = 125 \text{ кДж} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$  или 209 кВт·ч на 1 м<sup>2</sup> отапливаемой площади в году (согласно таблице 8 СНиП 23–02–2003). По таблице 3 СНиП 23–02–2003, рассматриваемое здание имеет класс С, то есть *нормальный класс* энергетической эффективности.

2. Если же при оценке общих теплотрат учитывать также расходуемую энергию на подготовку горячей воды и электроэнергию, как это делается в большинстве европейских стран, то тогда общие энергозатраты составляют 283 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Для сравнения укажем, что в

Швеции средний показатель составляет 150 кВт·ч/м², а в Эстонии - нормативный, начиная с 2009 г. – 180 кВт·ч/м².

3. Наибольшие теплопотери происходят не через наружные стены (19%), а через окна, двери (33%), естественную вентиляцию (21%).

4. Общие теплопотери через наружные стены составляют всего около пятой части из общих теплотрат. Поэтому резкое увеличение требований для коэффициентов теплопередачи  $R_{qmin}$  наружных стен, например, на 45%, т.е. до  $R_{qmin} = 5,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , дает экономию в общих энергозатратах всего до 8%. Как видно, такой подход не является самым эффективным решением вопроса снижения энергозатрат.

Энергозатраты кВт·час/1 м² в году	
На отопление	207
На подготовку горячей воды	33
Итого	240

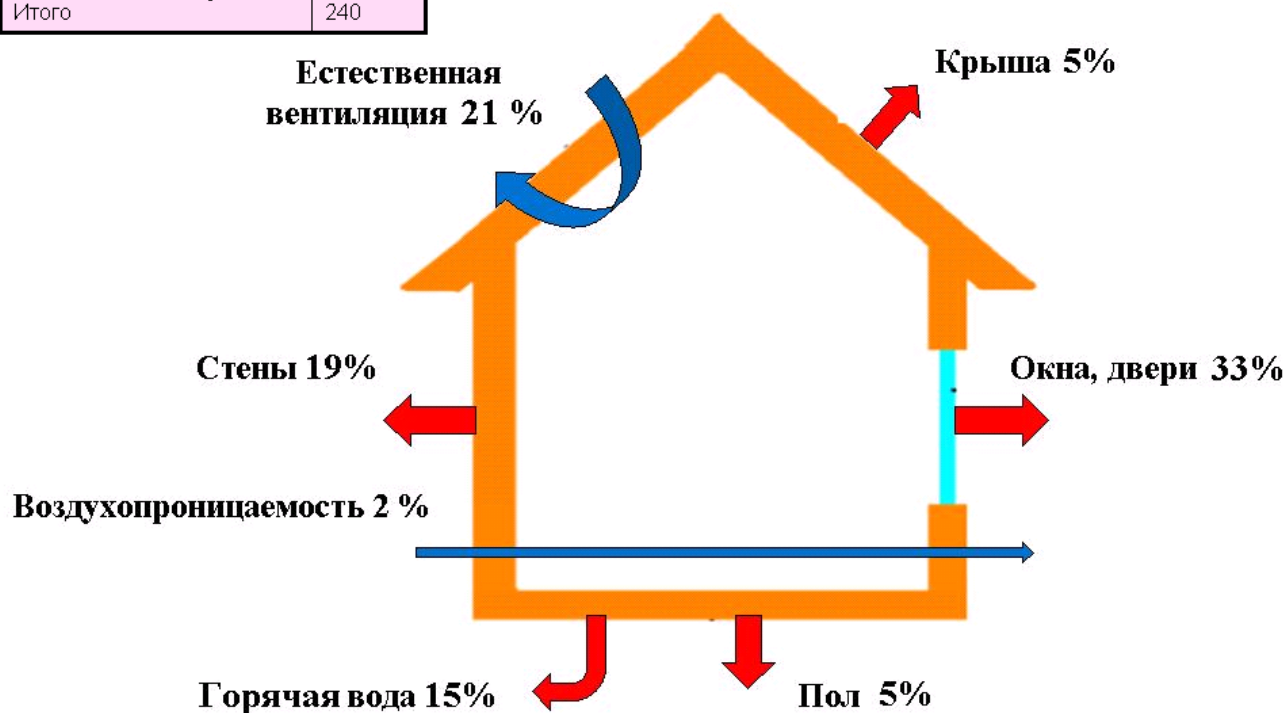


Рис. 1. Распределение расчетных теплопотерь при естественной вентиляции жилого дома

Необходимо отметить, что СНиП 23–02–2003, в отличие от нормативов стран Евросоюза, не требует учета энергозатрат на подготовку горячей воды, электроэнергии, экономию от применения принудительной вентиляции с рекуперацией и учета тепловой инерции.

Каковы наиболее эффективные пути снижения энергозатрат на отопление жилых зданий? Нами при помощи программы «DOF-Energia 2.0» проведены расчеты, в которых

естественная вентиляция заменена принудительной вентиляцией с подогревом (рекуперацией) воздуха. Помимо этого, для подготовки теплой воды, кроме энергии, используемой котельной может быть использована энергия земли с применением тепловых насосов и солнечная энергия (табл. 3).

Таблица 3

Результаты расчета энергозатрат				
Энергозатраты кВт·ч/м <sup>2</sup>	Рассматриваемые варианты			
	Естественная вентиляция	Принудительная вентиляция с рекуперацией воздуха	Принудительная вентиляция Тепловой насос (воздух-вода + газ)	Принудительная вентиляция. Тепловой насос. Солнечная энергия
Энергозатраты на отопление	207*	138	87	75
Энергозатраты на подготовку горячей воды	33	33	21	10
Электроэнергия	43	50	50	50
Итого:	283	221	158	135

\* Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление согласно СНиП 23–02–2003,  $q_h^{reg} = 125,4$  (кДж/ м<sup>2</sup>·°С·сут) или 209 кВт·ч/м<sup>2</sup>

Возможно, приведенные в табл. 3 результаты для многих окажутся весьма неожиданными. Тем не менее, это наглядно показывает, в каком направлении нужно искать реальные возможности эффективного снижения энергозатрат. Так, например, только от замены естественной вентиляции на принудительную вентиляцию с подогревом (рекуперацией) воздуха удельный расход на отопление уменьшается на 50% и здание согласно СНиП 23–02–2003, имеет класс А, то есть *очень высокий класс* энергетической эффективности. При этом дополнительное использование тепловых насосов и солнечной энергии для подготовки теплой воды – это разовая инвестиция, нацеленная на использование энергии, за которую в последующем не потребуется платить.

Вопросы энергосбережения необходимо решать уже на стадии проектирования, т.к. исправление проекта на стадиях строительства и эксплуатации зданий связано с большими затратами. Это касается не только разработки конструктивной части проекта, но и разработки проекта по вентиляции и отоплению здания, а также участия архитектора. Архитектор

должен выбрать правильное соотношение площади наружных поверхностей к отапливаемому объему здания, оптимальное соотношение площади окон и площади пола, а также ориентацию здания относительно южных и северных сторон света.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВОЗВЕДЕНИЯ ОДНОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ ИЗ АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА**

*Ю. А. Рыхленок, зав. лабораторией ограждающих конструкций,  
РУП "Институт БелНИИС"*

Проектирование ограждающих конструкций зданий сопряжено с необходимостью учета разнообразия выполняемых ими функций, применяемых технических решений и свойств материалов, условий работы и природы действующих нагрузок, поэтому требует знаний из различных областей науки и техники. В течение последнего десятилетия ячеистобетонные изделия – наиболее востребованный материал для устройства ограждающих конструкций жилых и гражданских зданий в Республике Беларусь. Несмотря на многообразие применяющихся в строительстве современных конструктивных систем зданий, ни одна из них не обходится без использования изделий из автоклавного ячеистого бетона. Такому распространению этот материал обязан своим уникальным физико-техническим свойствам.

Однако, хотелось бы еще раз обратить внимание специалистов, применяющих изделия из ячеистого бетона в строительном производстве, на некоторые особенности этого материала, требующие соблюдения определенных правил при его использовании. Нарушение этих правил ведет к дефектам и повреждениям несущих и ограждающих конструкций зданий, способным дискредитировать, безусловно, качественный и высокоэффективный материал в глазах общественности.

Проведенные в РУП "Институт БелНИИС" исследования и многолетний опыт применения изделий из ячеистого бетона показали, что здания с несущими стенами из этого материала целесообразно возводить высотой до пяти этажей включительно, при большей этажности – выполнять поэтажно опертыми на несущий каркас.

Конструкция наружных стен зависит не только от объемно-планировочного и конструктивного решения здания, но и от требуемых теплотехнических показателей наружных ограждений. В зависимости от необходимой толщины и используемой номенклатуры блоков однослойные стены могут выполняться как в один, так и в два блока. Стены толщиной в один



блок устраиваются с порядовой перевязкой вертикальных швов в плоскости стены тычковыми рядами (рис. 1а), стены толщиной в два блока могут возводиться как с перевязкой плашковых рядов тычковыми (рис. 1б), так и с поочередной перевязкой плашковых рядов наружной и внутренней версты (рис. 1в). Опорный и верхний ряды кладки, в два блока по толщине, всегда следует выполнять тычковыми.

Глубина плашковой перевязки  $s$  должна составлять не менее  $1/5$  толщины стены и не менее 100 мм. Перевязка вертикальных швов в ложковых рядах должна осуществляться по цепной порядовой схеме, при этом глубина перевязки должна быть не менее  $1/3$  длины блока [1].

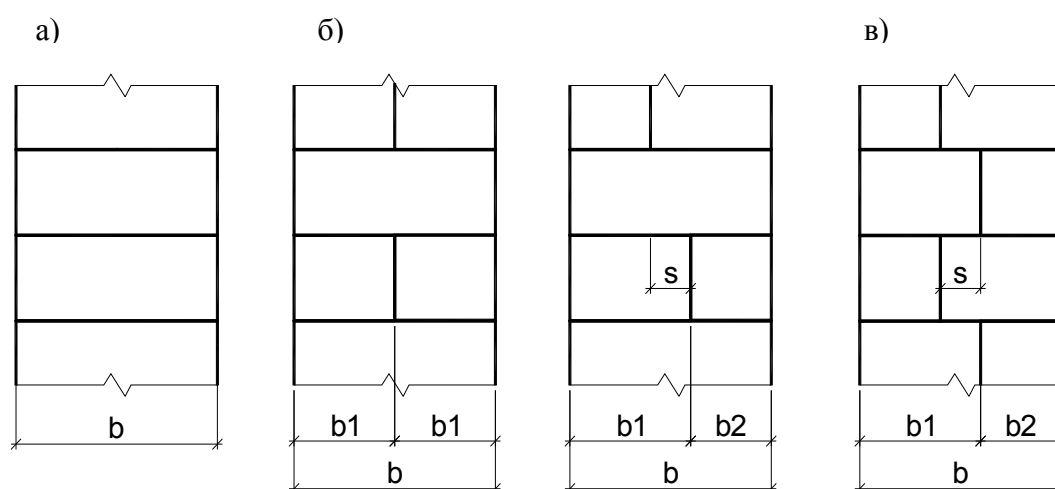


Рис. 1. Раскладка блоков из ячеистого бетона в однослойных стенах

Стены из ячеистобетонных блоков следует проектировать на тонкослойных клеевых растворах. При невозможности ведения кладки на тонкослойных клеевых растворах (например, при больших отклонениях от геометрических размеров блоков) для кладки наружных стен следует применять "теплые" (имеющие плотность 400–1500 кг/м<sup>3</sup>) растворы. Допускается применение обычных цементно-песчаных растворов.

Растворную смесь необходимо наносить на всю поверхность блока, не оставляя свободных участков. При подгонке блока резиновым молотком растворная смесь должна выдавливаться из горизонтальных и вертикальных швов, что является свидетельством полного их заполнения. Незаполненные швы или их отдельные участки могут привести к концентрации напряжений, возникающих при усадке штукатурного раствора, и образованию трещин.

Если для устройства стен используют блоки с тычковыми поверхностями, имеющими профиль типа "паз-гребень", необходим особенно тщательный контроль обеспечения плотного примыкания блоков по вертикальным швам, которые выполняются насухо.

Рекомендуем при выполнении кладки из пазогребневых блоков производить затирку или инъекционирование наружных полостей вертикальных швов, а в случае выполнения наружной отделки по системе "вентилируемый фасад" – обязательно оштукатуривать стену с одной или двух сторон.

При проектировании элементов конструкций на основе блоков из ячеистого бетона необходимо предусматривать конструктивное поперечное армирование в плоскости кладки стен:

- в уровне перекрытий путем устройства обвязочного пояса (рис. 2);
- в подоконных зонах;
- по высоте кладки на глухих участках стен, а также во всех случаях при расстоянии в свету между перекрытиями более 3,0 м;
- в местах опирания элементов стропильной кровли.

Площадь сечения конструктивной арматуры должна составлять:

- в уровне дисков перекрытий или под ними – не менее  $150 \text{ мм}^2$ ;
- в подоконных зонах - не менее  $75 \text{ мм}^2$ ;
- на глухих участках стен и во всех случаях по высоте кладки при расстоянии в свету между перекрытиями более 3,0 м - не менее  $150 \text{ мм}^2$  на  $1 \text{ м}^2$  вертикального поперечного сечения стены.

Конструктивное армирование кладки следует выполнять арматурной сталью S400 или S500.

Для повышения трещиностойкости поэтажно опертых стен вследствие вертикальных перемещений диска перекрытия кладка может быть армирована в нижней зоне на высоту до 500 мм (рис. 2а). При необходимости армированный пояс может быть устроен и в верхней части стены. Верхний армированный пояс рекомендуется располагать в уровне надпроемных перемычек при устройстве последних сборно-монолитными с применением лотковых блоков или по верхнему обрезу кладки.

Конструкция наружных стен в местах примыканий к колоннам и перекрытиям должна обеспечивать нормируемый температурный режим внутренней поверхности. Толщину теплоизоляционных материалов, применяемых в конструкциях наружных стен и перекрытий, и их размещение в необходимых случаях следует определять на основании расчета температурных полей.

Опираение однослойных, поэтажно опертых наружных стен на сплошной (в поперечном сечении) край диска перекрытия рекомендуется выполнять с консольным свесом. Глубина опирания должна составлять не меньше  $2/3$  толщины стены (рис. 2б).

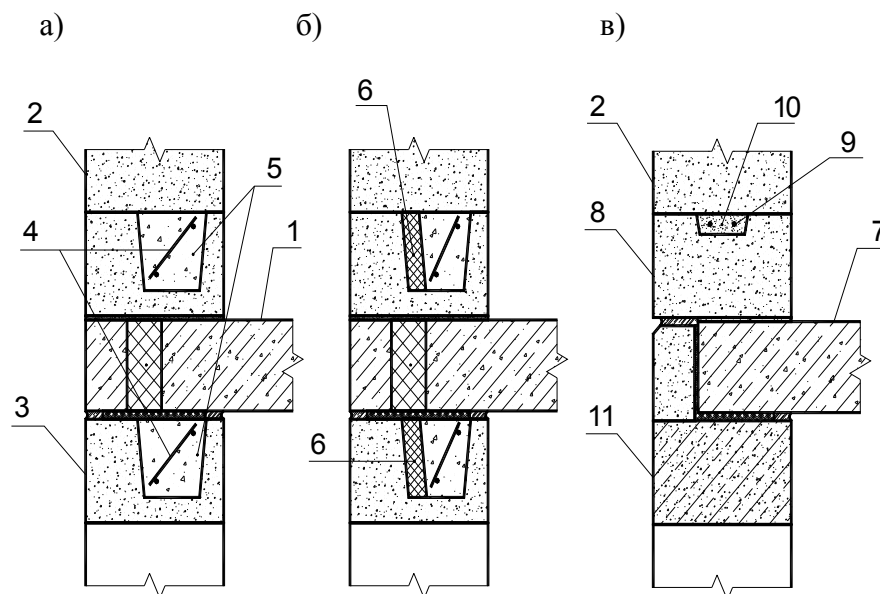


Рисунок 2 – Горизонтальное армирование однослойных поэтажно опертых стен

1 – перекрытие с перфорированным бортовым элементом; 2 – рядовой блок; 3 – лотковый блок; 4 – арматурный каркас; 5 – монолитный бетон; 6 – теплоизоляционный вкладыш; 7 – сплошное перекрытие; 8 – опорный блок с горизонтальной штрабой; 9 – арматурный стержень; 10 – раствор; 11 – брусковая перемычка.

Опираение стен на перфорированную часть диска перекрытия (рис. 2в) с установленными в пределах толщины стены теплоизоляционными вкладышами допускается производить с взаимным смещением наружных граней стены и перекрытия. Величину смещения определяют исходя из конструктивных соображений с учетом теплотехнических требований.

Для исключения образования трещин, вызванных силовыми и температурно-климатическими нагрузками, в кладке наружных стен следует предусматривать деформационные швы, устраиваемые по контуру каждой объемно-планировочной ячейки фасада. Деформационные швы следует устраивать в кладке наружных стен в пределах ширины колонн (во внутренних углах – под углом к разбивочным осям колонн) и по верхнему обрезу кладки (под перекрытием). Заполнение деформационных швов необходимо выполнять уплотняющими прокладками и атмосферостойкими герметизирующими мастиками. Герметизирующие мастики должны иметь соответствующую адгезию к материалу стены и материалам изделий, применяемым для устройства облицовочного слоя.

Свободное пространство вертикальных деформационных швов за уплотняющей прокладкой следует заполнять монтажной пеной. В горизонтальных деформационных швах свободное пространство должно быть заполнено материалом, способным воспринимать

деформации расположенного над ним перекрытия без потери упругих свойств и способности к восстановлению формы.

При стеновой конструктивной схеме здания элементы перекрытия на глухих участках стен и простенков опирают непосредственно на кладку, а по периметру каждой ячейки перекрытий должен быть устроен замкнутый железобетонный обвязочный контур шириной не менее 100 мм. Для обеспечения устойчивости наружных стен в плоскости при действии горизонтальных нагрузок следует предусматривать связи с элементами каркаса - колоннами и перекрытиями. Связи с перекрытием, на которое опирается кладка, следует устраивать посредством анкерных выпусков, замоноличиваемых в кладке на высоту не менее 1 ряда (рис. 3).

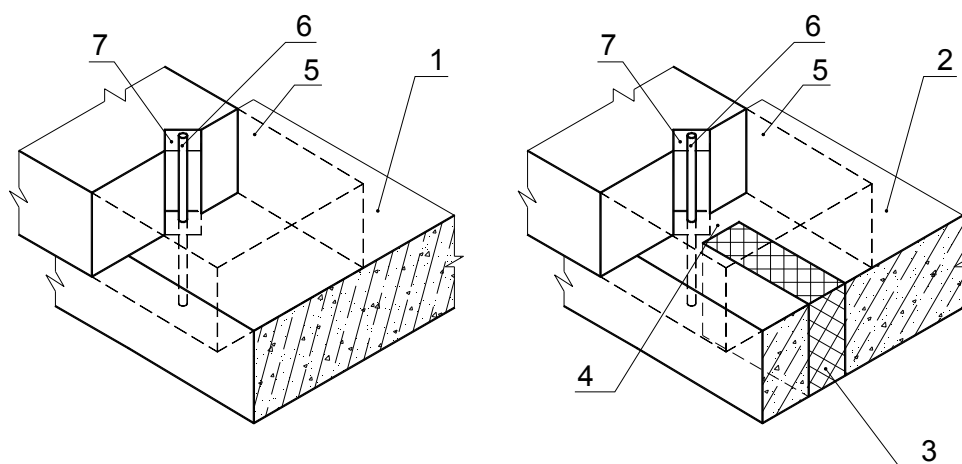


Рисунок 3 – Устройство анкерных выпусков перекрытия для фиксации наружных стен

1 – перекрытие со сплошным бортовым элементом; 2 – перекрытие с перфорированным бортовым элементом; 3 – теплоизоляционный вкладыш; 4 – связевое ребро; 5 – кладка наружной стены; 6 – анкерный выпуск перекрытия; 7 – замоноличиваемая полость.

Связи стен с колоннами (несущими стенами) и расположенным выше перекрытием следует устраивать гибкими, не препятствующими взаимному вертикальному перемещению стен и каркаса.

При проектировании стен из ячеистобетонных блоков для перекрытия проемов следует применять ячеистобетонные брусковые или арочные перемычки. Марка по средней плотности ячеистого бетона перемычек, перекрывающих проемы в наружных стенах, должна составлять не более D700. Применение перемычек из ячеистого бетона с более высокой маркой по средней плотности в наружных стенах не рекомендуется.

Возможно устройство сборно-монолитных перемычек с применением лотковых блоков. Армирование перемычек следует выполнять стальными арматурными изделиями.

Допускается применение жесткой арматуры из стальных прокатных профилей с целью ограничения ширины раскрытия швов между лотковыми блоками. Замоноличивание перемычек следует производить тяжелым бетоном с классом по прочности на сжатие – не ниже С20/25. Для повышения сопротивления теплопередаче сборно-монолитных перемычек следует предусматривать теплоизоляционные вкладыши, размещаемые с наружной стороны монолитной части сечения (рис. 2). Глубина опирания несущих сборных и сборно-монолитных перемычек на стены должна составлять не менее 250 мм, ненесущих – не менее 150 мм. [2]

Монтаж сборных перемычек в зависимости от их размера и веса выполняют как ручную, так и с помощью грузоподъемных механизмов, захватывая перемычки специальными траверсами или мягкими стропами. Укладывают перемычки на подливку из того же раствора, на котором ведется кладка стен. Сборно-монолитные перемычки устраивают непосредственно по месту их проектного положения, сооружая в свету проема поддерживающую конструкцию, на которую выкладывают лотковые блоки.

Наиболее уязвимым местом в кладке из ячеистобетонных блоков являются откосы оконных и балконных проемов. Современные оконные и дверные коробки, толщина которых приблизительно в полтора раза меньше применявшихся ранее, приводят к заметному изменению температурного режима стен вблизи проемов и распределения температурных полей. В связи с этим возрастает вероятность образования конденсата на откосах вблизи коробок. Для устранения указанных причин в кладке наружных стен по боковым и нижнему откосам (о конструктивном решении перемычек сказано выше) размещают теплоизоляционные вставки, размеры которых (ширину и глубину) определяют расчетом.

Большое значение для нормальной эксплуатации наружных стен имеет также отделка откосов по периметру проемов, поскольку эти участки кладки особо подвержены перепаду температур, а с наружной стороны – и увлажнению атмосферными осадками. Известно, что на откосах могут образовываться участки застоя влаги, насыщающей раствор, что впоследствии может привести к его размораживанию, разрушению и обнажению кладки. Для исключения подобных негативных явлений применяют дополнительное сетчатое армирование защитно-декоративных штукатурных покрытий, наносимых на откосы. По нижнему откосу устраивают слив, отводящий атмосферные осадки от заполнения проема.

Установку оконных и дверных коробок в конструкциях из ячеистобетонных стеновых материалов следует выполнять с применением распорных винтовых дюбелей. Дюбели следует устанавливать в заранее высверленные в конструкции перегородки гнезда. Сверление гнезд следует выполнять с помощью электродрели. Применение режима перфорации при устройстве гнезд в перегородках из ячеистобетонных стеновых материалов не допускается.

Для плотной посадки дюбелей в гнезда их следует устраивать с применением сверл, имеющих диаметр – на 1-2 мм меньше диаметра дюбеля.

Как свидетельствует многолетний опыт, использование ячеистобетонных изделий позволяет быстро и эффективно решать проблемы жилищного строительства, особенно в условиях дефицита финансовых и энергетических ресурсов. Именно вышеуказанное обстоятельство способствует массовому использованию ячеистобетонных конструкций как в малоэтажном жилищном строительстве, так и всё более широкому применению при строительстве многоэтажных зданий и других объектов гражданского назначения. Однако, также как и при применении других материалов, использование ячеистобетонных изделий требует соблюдения ряда правил и профессионального подхода. Только при таких условиях можно добиться оптимального результата.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Галкин С. Л., Сажнев Н. П., Сажнев Н. Н., Соколовский Л. Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика / Стринко, Минск, 2006, 448 с.
2. Галкин С. Л. Опыт эксплуатации каркасных зданий с поэтажно опертыми стенами / Белорусский строительный рынок, 2005, № 19-20

## СЕРИЯ ДОМОВ «ТЕПЛИТ – ХАУС»: ОТ КОНЦЕПЦИИ К РЕАЛИЗАЦИИ

*В. Б. Сальников, канд. техн. наук ФГАОУ ВПО «Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»*

Необходимость реализации приоритетного Национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России», целью которого является формирование рынка доступного жилья и обеспечение комфортных условий проживания граждан и их семей, требует активизации работы проектировщиков по поиску и реализации эффективных и недорогих решений в области жилищного строительства.

Бум индивидуального строительства привел к появлению большого числа различных типовых и не слишком оригинальных решений, призванных удовлетворить нарастающий спрос. При этом нередко конструктивные решения, применяемые в проектах малоэтажных зданий, достаточно далеки не только от передовых технологий и достижений строительной науки, но и от рациональных экономических предпосылок.

При разработке проекта «Теплит-хаус» Заказчиком были поставлены следующие условия:

- жилая площадь дома не должна превышать 120 м<sup>2</sup>;
- предусмотреть возможность строительства индивидуального и блокированного жилья с использованием одинаковых технологий, типовых узлов;
- стоимость квадратного метра жилья для потребителя – не более 20000 руб.

Для решения указанных задач были предложены следующие концептуальные решения будущего здания:

- наиболее простые формы фасадов с минимальным количеством углов и наружных декоративных элементов;
- использование плоской, возможно, эксплуатируемой кровли;
- отказ или минимизация использования кранового оборудования при монтаже конструктивных элементов дома;
- использование крупных строительных элементов при возведении конструктивов здания;
- применение строительных материалов с максимально дешевой стоимостью за счет проработки и оценки необходимой энергоэффективности конструкций здания и учета резервов по снижению термического сопротивления стен, заложенных в нормативной документации.
- использование долговечных местных строительных материалов.
- отказ от выполнения подвальных помещений, устройство коммуникаций в специальных лотках.



Рис. 1. Вариант застройки на 5 квартир «Теплит-Кластер»

При планировке домов (рис. 1, рис. 2), в том числе сблокированного варианта, были учтены: зонирование внутридомового пространства на гостевое (первый этаж) и внутрисемейное (второй этаж), возможность сквозного прохода с целью разделения пространства со стороны главного и дворового фасадов дома.



Рис. 2. Индивидуальный жилой дом серии «Теплит-Хаус»

К основным техническим решениям, которые позволили достичь высоких, по своей эффективности, экономических показателей строительства и, как следствие, ощутимому снижению стоимости 1 м<sup>2</sup> жилья, следует отнести:

- фундаменты малого заложения с наружным утеплением по периметру;
- однослойную ограждающую конструкцию из укрупненных ячеистобетонных блоков (твинблоков) толщиной 400 мм;
- сборно-монолитные перекрытия над первым и вторым этажом дома;
- плоскую эксплуатируемую кровлю;
- широкие возможности по блокированию зданий.

Остановимся подробнее на указанных выше технических решениях. В качестве фундамента в нашем проекте использовалась фундаментная плита, представляющая собой монолитную железобетонную конструкцию толщиной 250 мм. Для устройства фундаментной плиты необходимо сделать замещение поверхностного слоя грунта на 500–700 мм трамбованным щебнем, далее выполняется выравнивание бетоном (слой толщиной 70–120 мм), позволяющая получить проектную отметку нижней части фундаментной плиты.

Фундаменты малого заложения позволяют решить ряд конструктивных задач:

- нет необходимости в выполнении перекрытия первого этажа;



- снижение вероятности неравномерных осадок фундаментов при слабых грунтах;
- отказ от больших объемов земляных работ при строительстве.

Ограждающие конструкции выполнены из укрупненного неармированного твинблока плотностью – 500 кг/м<sup>3</sup> и классом по прочности – В3,5 (табл. 1). Применение укрупненных блоков дает существенное увеличение производительности кладочных работ (в 2–3 раза по сравнению с использованием обычных твинблоков). Кроме этого сокращается количество швов, а значит расход клеевого раствора. Повышается однородность возводимой конструкции [1].

Таблица 1

**Укрупненные (неармированные) твинблоки**

Маркировка	Геометрические размеры, мм			Масса изделий,* кг
	длина	ширина	высота	
УТБ 300 М	500	300	625	46,9
УТБ 300 С	750	300	625	70,3
УТБ 300 Б	1000	300	625	93,7
УТБ 400 М	500	400	625	62,5
УТБ 400 С	750	400	625	93,7
УТБ 400 Б	1000	400	625	125

\* Масса изделий определена при плотности – 500 кг/м<sup>3</sup> и влажности – 0 %.

Технология строительства из укрупненных блоков позволяет подготовить в заводских условиях «домо-комплекты»: заранее выпиливать четверти для оконных и дверных проемов, и даже организовывать каналы под электропроводку, сводя к минимуму работы на строительной площадке. Монтаж крупноразмерных элементов ведется бригадой из трех каменщиков с помощью грузоподъемного механизма (миникрана) грузоподъемностью до 300 кг (на максимальном вылете стрелы) с ручным управлением (рис. 3).

Применение однослойного ограждения из укрупненных твинблоков позволило не только оптимально выполнить наружное ограждение с увеличением темпов строительства, но и повысить термическую однородность, огнестойкость и долговечность стены.

Технология выполнения перекрытия в виде сборно-монолитной плиты, выполняемой без элементов несъемной опалубки, использовалась на Урале впервые. Высокие характеристики сцепления тяжелого и ячеистого бетона, снижение удельного веса перекрытия в сравнении с перекрытием из пустотных плит либо монолитной плитой, а также улучшенные показатели термического сопротивления (что особенно актуально для покрытия)

позволяют считать данную технологию перспективной, а ее применение целесообразным и обоснованным. Немаловажным, с технологической точки зрения, является возможность устройства сборно-монолитного перекрытия без использования крана.



Рис. 3 Монтаж укрупненных твинблоков с использованием мини-крана

Остановимся подробнее на технологии расчета и возведения данного конструктива. Практикуется два варианта устройства сборно-монолитного перекрытия: по первому конструктором задается фактически ребристая плита, а заполнители, в нашем случае блоки из газозолобетона, выполняют роль несъемной опалубки. По второму варианту, примененному при проектировании серии задний «Теплит-Хаус», создается балочная клеть с заполнением междубалочного пространства твинблоками, при этом твинблоки удерживаются в проектном положении за счет силы сцепления ячеистого и тяжелого бетонов, которая составляет не менее 0,18 МПа [2]. Результаты испытаний конструкции сборно-монолитного перекрытия, проведенный лабораторией «УралстройТест» подтверждают возможность эффективной эксплуатации подобной конструкции.

Технология возведения перекрытия следующая: блоки раскладываются вплотную на досках, смазанных смазкой (тавот, солидол, петролатум) и подпертых снизу стойками, с оставлением между их торцами зазоров 200 мм, в которые закладывается арматура (каркасы и отдельные стержни) на фиксаторы защитного слоя (25 мм), (рис. 4). Доска и торцы блоков образуют опалубку для балки, заливаемую мелкозернистой бетонной смесью класса по прочности на сжатие – В20 (рис. 4). Торцы блоков перед заливкой бетона следует опрыскать водой для лучшей адгезии.



Рис. 4. Изготовление сборно-монолитного перекрытия

Армирование сборно – монолитного перекрытия выполняется плоскими каркасами и отдельными стержнями. Монолитное перекрытие в уровне этажа следует бетонировать сразу на все внутренние и наружные стены одновременно. На рис. 5 приведена фотография выполненного сборно-монолитного перекрытия.



Рис. 5 Сборно-монолитное перекрытие в готовом виде

Существенным преимуществом сборно-монолитного перекрытия, в сравнении со сборным и монолитным, является его вес. Так, средний вес сборных плит перекрытия составляет примерно  $0,3 \text{ т/м}^2$  перекрытия, вес монолитного перекрытия толщиной 180 мм

составляет примерно  $0,4 \text{ т/м}^2$  перекрытия. Вес сборно-монолитного перекрытия составляет  $0,22 \text{ т/м}^2$ . Таким образом, применение сборно-монолитного перекрытия позволяет не только решить экономические задачи, но и, в целом, облегчить конструкцию здания.

Важной возможностью для экономии стало решение об использовании плоской кровли. Данная конструкция выполняется по аналогии с перекрытием второго этажа, что позволяет выполнить унификацию опалубки, арматурных каркасов, повысить эффективность работы арматурщиков и бетонщиков.

Разработанная концепция «Теплит-Хаус» направлена, как отмечалось выше, на реализацию программы строительства малобюджетного жилья. Задачи, решаемые в данной концепции, формируют определенную планировочную структуру и объемную композицию жилых домов. Четкие геометрически правильные формы домов позволяют максимально уменьшить площадь застройки, что, в свою очередь, уменьшает издержки по выполнению фундаментных работ. Двухчастная схема планировки жилой секции позволяет четко зонировать жилые и нежилые пространства, отделив их друг от друга несущими стенами. Таким образом, достигается наибольший комфорт жилых и функциональность технических помещений. Задвинутый в основной контур здания объем входной группы дает чистое решение по организации доступа в здания и создает композиционный акцент. Панорамное остекление позволяет избежать дополнительных несущих элементов таких, как перемычки, и организует надлежащую инсоляцию жилых комнат. Плоские кровли дают дополнительную полезную площадь при организации отдыха жильцов. Кубические формы домов с глухими межсекционными стенами позволяют блокировать их, и компоновать линию застройки в самых различных вариациях – со смещением и без него. Стилистически данная геометрия домов подчеркнута массивами панорамного остекления и декоративными панелями под деревянный сайдинг, применены элементы ограждений из современных материалов.

В целом данная концепция, оставаясь в рамках малобюджетной застройки, предоставляет с одной стороны – широкий выбор потенциальным покупателям, с другой – стадийность и экономичность работ инвестиционным и строительным компаниям.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневский А. А. Новая продукция ООО «ПСО «Теплит» / А.А. Вишневский. Сб. докладов II научно-практ. семинара «Однослойные ограждения из автоклавного газобетона в современном строительстве». Екатеринбург, 2009. С. 25–28.
2. Михалко В. Р. Ремонт наружных стен из ячеисто-бетонных панелей / В.Р. Михалко, И.Г. Безлепкин. М.: Стройиздат, 1977. 112 с

## **ИСПЫТАНИЯ СБОРНО – МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ**

*А. А. Эпп, руководитель испытательного центра «УралстройТест»*

При устройстве сборно-монолитных перекрытий в малоэтажном строительстве перед проектировщиками стоит вопрос о возможности применения мелкогазозолобетонных блоков в качестве заполнителя межбалочного пространства. Как поведет себя блок из ячеистого бетона, омоноличенный по торцам, при воздействии сосредоточенной силой? Каким будет характер разрушения при воздействии сосредоточенной нагрузкой? Как повлияет на несущую способность перекрытия усадка газозолобетона после его высыхания?

Точно такие же вопросы были адресованы нашему испытательному центру ООО «Производственно – Строительное Объединение «Теплит». Для решения поставленных задач было предложено изготовить четыре фрагмента, которые позволили бы смоделировать работу ячеистого блока, защемленного между монолитными железобетонными балками перекрытия при воздействии сосредоточенной силой. В реальной конструкции замоноличенный блок находится в достаточно жесткой обойме, которую обеспечивает диск перекрытия. В нашем случае роль жесткого диска перекрытия выполняла стальная обойма, внутри которой размещался блок с последующим замоноличиванием торцов. Боковая поверхность блока и металлическая обойма не контактировали, что обеспечивалось семимиллиметровым зазором (рис. 1). Блоки в обойме монтировались на специальную оснастку, закрепленную к нижней плите гидравлического пресса.



Рис. 1. Фрагмент сборно – монолитного перекрытия до испытания

Испытываемые фрагменты были разделены на две группы по два образца. Первые два образца были испытаны сразу после набора прочности монолитного бетона по торцам



образца. Два других были испытаны позднее, после набора прочности бетона омоноличивания и принудительной сушки блока из ячеистого бетона, призванной обеспечить его усадку в результате высыхания. Как первая, так и вторая группа образцов загружались по одинаковым схемам (рис. 2). Первый образец подвергался воздействию сосредоточенной нагрузкой, приложенной в центре пролета. Второй – сосредоточенной нагрузкой приложенной по краям блока (срез по поперечной силе).



Рис. 2. Испытание сборно – монолитного перекрытия

Нагружение фрагментов проводилось максимально медленно. Время испытания одного образца от начала передачи нагрузки до разрушения составляло 5 – 6 минут. Характер разрушения образцов соответствовал схеме приложения нагрузки, что документально зафиксировано. Разрушающие нагрузки, полученные в результате проведенных испытаний, свидетельствуют о достаточно больших запасах прочности перекрытия при данном конструктивном решении.

Так, разрушающая нагрузка, приложенная в центре пролета блока, составила соответственно: 10 и 12 тнс. Двенадцать тонн выдержал образец, не подверженный принудительной сушке. Результаты, полученные при воздействии сосредоточенными силами в приопорных участках, характеризуются еще более высокой нагрузкой: 14 и 13 тнс соответственно.

Следует учитывать, что такие высокие результаты получены за счет работы стальной обоймы, которая обеспечивает восприятие поперечного распора, создавая сложное

напряженно деформированное состояние в работе материала блока. Как только при нагрузке в одну тонну сформировалась изгибная трещина – сразу возникает поперечный распор, который воспринимает стальная обойма, а в реальной конструкции эти усилия воспринимает сам диск перекрытия. Схема разрушения образцов, подвергшихся усадке при высыхании, практически не отличается от испытанных сразу после твердения бетона. При воздействии сосредоточенной силой блок за счет усадочных трещин стремится повернуться, расклинивается, а дальше реализуется уже описанная схема с поперечным распором.

Однако, если говорить о нагрузках, полученных в ходе испытаний, а это порядка 20 тнс/м<sup>2</sup>, то не стоит обольщаться. Таких нагрузок в жилом доме нет. Но даже если предположить, что такие нагрузки вдруг возникли, следует опасаться, в первую очередь, не за газозолобетонные блоки, уложенные между монолитных железобетонных балок, а за сами балки, которые не понесут нагрузку, превышающую тонну на м<sup>2</sup> перекрытия (при высоте балки 25 см).

Подводя итог проведенных испытаний, можно сказать, что использование ячеистых блоков при устройстве сборно-монолитных перекрытий вполне оправдано.

Испытание фрагментов сборно-монолитного перекрытия проводилось по заказу ООО «Производственно – Строительное Объединение «Теплит».

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОЗОЛОБЕТОНА**

*А. А. Вишневский, канд. техн. наук, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный  
университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина»*

*И. А. Бовыкин, главный технолог ООО «Производственно – Строительное  
Объединение «Теплит»*

На сегодняшний день вопросу теплозащиты зданий и сооружений уделяется повышенное внимание. Чаще всего дискуссии связаны с выбором ограждающих конструкций. При этом оцениваются не только теплотехнические показатели рассматриваемых конструкций, но и их экологичность, ремонтпригодность, технологичность, долговечность, а также их стоимость.

Автоклавный газозолобетон является современным строительным материалом, характеризующимся прекрасными физико-механическими, теплотехническими показателями и обладающим высокой огнестойкостью и долговечностью. Это экологичный материал, способный создавать в доме благоприятный микроклимат [1]. Благодаря своим свойствам

автоклавный газозолобетон находит широкое применение в современном строительстве. Ежегодно на территории Свердловской области потребляется более 400 тыс. м<sup>3</sup> изделий из автоклавного газозолобетона. Основное его применение связано с ограждающими конструкциями.

При этом газозолобетон используется в ограждениях различного типа (одно- и многослойных). Какой тип ограждения является наиболее эффективным, с точки зрения рассмотренных выше критериев?

Нами были рассмотрены 5 наиболее часто применяемых конструкций наружных стен с использованием автоклавного газозолобетона (рис. 1). Первой из них является трёхслойная ограждающая конструкция (табл. 1, №1), включающая газозолобетон толщиной 200 мм, эффективный утеплитель (минеральная вата или пенополистирол) 150 мм и силикатный кирпич 120 мм в качестве облицовочного слоя. Сопротивление теплопередаче представленной конструкции выше, минимально допустимого по СНиП 23-02-2003. При этом, некоторые тепловизионные обследования показывают наличие значительных теплопотерь для данной конструкции в углах зданий.

Стоимость данной конструкции в зависимости от вида утеплителя указана в табл. 2. Из представленных данных видно, что затраты на трёхслойную конструкцию ниже, чем у рассматриваемых аналогов.

Трёхслойное ограждение применяется в монолитном и каркасно-монолитном домостроении для выполнения наружных ненесущих стен. В малоэтажном частном домостроении практически не используется.

Преимуществом трёхслойного ограждения является высокое расчетное сопротивление теплопередаче. Наружная поверхность конструкции не требует отделки. Конструкцию можно возводить практически круглогодично, за исключением самых холодных дней. К недостаткам следует отнести её сложность; низкий коэффициент теплотехнической однородности (по данным [2] не превышает 0,5), наличие утеплителя с неустановленной долговечностью и экологичностью; различные свойства составляющих материалов (температурные, усадочные деформации, паропроницаемость и др.), приводящие к снижению долговечности конструкции; неремонтопригодность; сложность контроля производства работ.

Второй вариант – так называемая двухслойная конструкция, когда газозолобетон марки D500 толщиной 400-500 мм облицован силикатным кирпичом (таблица 1 №2-3). Коэффициент теплотехнической однородности по данным [2] составляет 0,4. Сопротивление теплопередаче указанных конструкций выше минимального нормируемого значения.



Конструкция будет удовлетворять требованиям СНиП 23-02-2003 только при условии выполнения требований к удельному расходу тепловой энергии на отопление здания.

Таблица 1

**Расчетные характеристики ограждающих конструкций**

№	Расход материалов на 1 м <sup>2</sup> конструкции		Вес 1 м <sup>2</sup> стены, кг	Расчетное сопротивление теплопередаче R <sub>0</sub> , м <sup>2</sup> ·°C/Вт*
	Основные	Дополнительные		
1	Силикатный кирпич - 120 мм; Утеплитель - 150 мм; Газозолобетон D500 - 200мм	Раствор М100; Арматура АІ ст3 6 мм; Плѐнка п/э; Тарельчатый элемент; Анкерный элемент; Клей для газобетона; Арматура АІ ст3 8 мм; Анкер стеклопластиковый.	366,0	5,3
2	Силикатный кирпич - 120 мм; Газозолобетон D500 - 500 мм	Раствор М100; Арматура АІ ст3 6 мм; Клей для газобетона; Арматура АІ ст3 8 мм; Анкер стеклопластиковый.	545,4	4,3
3	Силикатный кирпич - 120 мм; Газозолобетон D500 - 400 мм	Раствор М100; Арматура АІ ст3 6 мм; Клей для газобетона; Арматура АІ ст3 8 мм; Анкер стеклопластиковый.	480,0	3,5
4	Тонкослойная штукатурка – 7 мм; Газозолобетон D500 – 500 мм.	Грунтовка для стен; Клей для армирования; Армирующая сетка; Краска фасадная; Клей для газобетона; Арматура АІ ст3 8 мм.	306,0	4,0
5	Тонкослойная штукатурка – 7 мм; Газозолобетон D500 – 400 мм.	Грунтовка для стен; Клей для армирования; Армирующая сетка; Краска фасадная; Клей для газобетона; Арматура АІ ст3 8 мм.	246,0	3,2

\*В соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003, СП 23-101-2004 для условий Екатеринбурга  $R_{\text{req}} = 3,581 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;  $R_{\text{min}} = 2,256 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ . При определении расчетного сопротивления теплопередаче теплопроводность газозолобетона D500 в условиях эксплуатации принималась равной  $\lambda=0,13 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$  (при W=4%), силикатного кирпича  $\lambda=0,41 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$ , утеплителя  $\lambda=0,045 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$ .

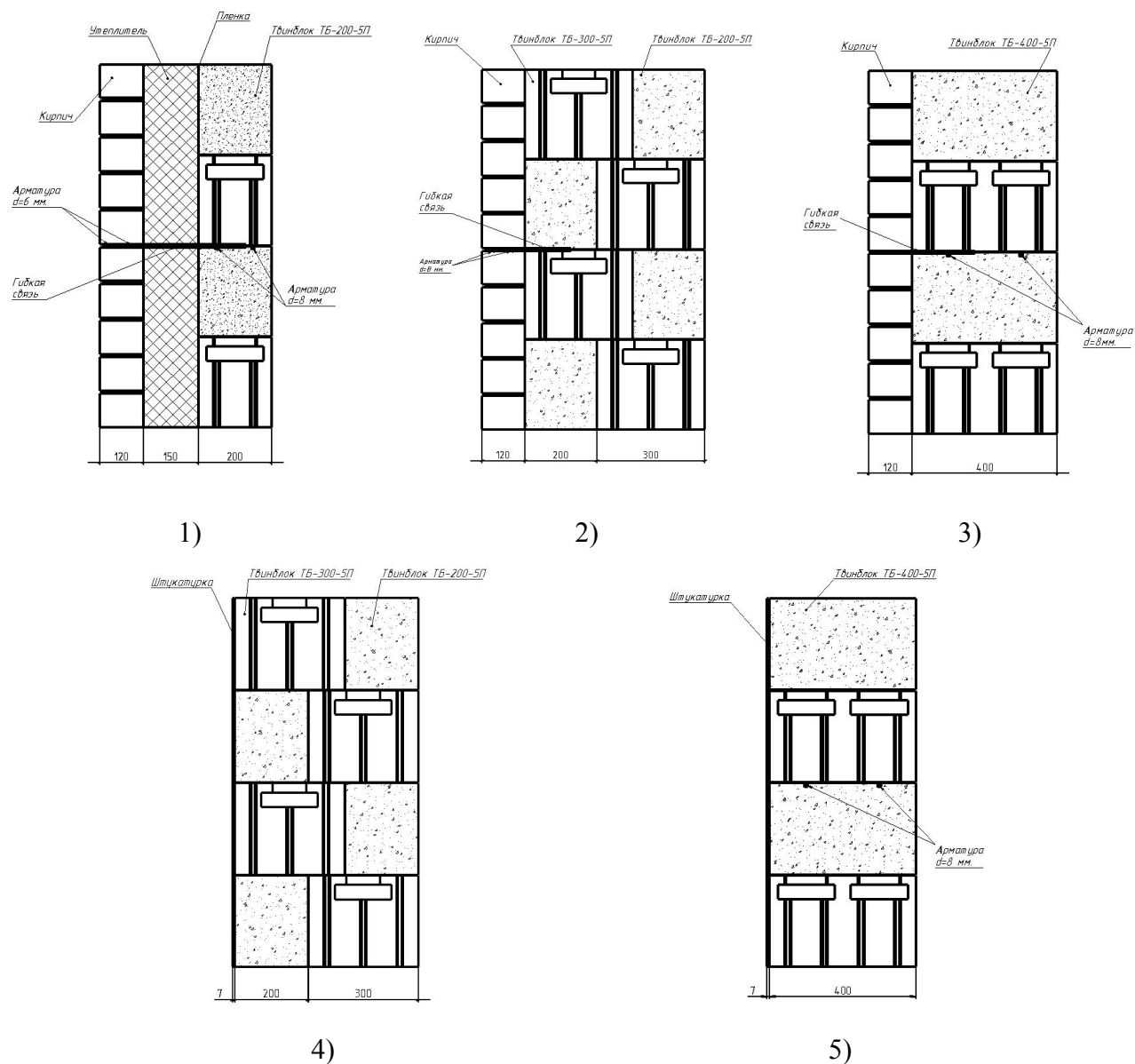


Рис. 1. Ограждающие конструкции с применением автоклавного газозолобетона

Основное применение данная конструкция находит в частном домостроении, где популярны кирпичные фасады.

Двухслойное ограждение проще трёхслойного, так как включает в себя меньшее количество материалов. Кладку стеновых камней можно осуществлять практически круглогодично, что расширяет возможности для её применения. Наружная поверхность конструкции не требует отделки. Зачастую, работу ведут в несколько этапов: вначале газобетонная кладка, потом - облицовка кирпичом.

Недостатком конструкции являются большие габариты, высокий вес и повышенная стоимость 1 м<sup>2</sup> (табл. 2).

Таблица 2

**Затраты на материалы и монтаж ограждающих конструкций**

№*	Пояснения	Затраты, руб		Всего, руб
		на материалы	на монтаж***	
1	Трёхслойная, с минераловатным утеплителем «ROCKWOOL»	1598,72	840,0	2438,72
	Трёхслойная, с минераловатным утеплителем «ЕВРО-ЛАЙТ»	1471,22	840,0	2311,22
	Трёхслойная, с пенополистиролом ПСБ-С25Т	1508,72	840,0	2348,72
2	Двухслойная, твинблок 500 мм	2438,68	950,0	3298,68
3	Двухслойная, твинблок 400 мм	2009,68	880,0	2889,68
4	Однослойная, твинблок 500 мм**	1967,90	600,0	2567,90
5	Однослойная, твинблок 400 мм**	1628,90	530,0	2158,90

\* нумерация проставлена в соответствии с табл. 1;

\*\* для наружного оштукатуривания ячеистобетонной поверхности принята тонкослойная штукатурная система фирмы «Баумит»;

\*\*\* затраты на монтаж определены из расчета: кладка твинблоков - 700 руб/м<sup>2</sup>; кладка кирпича - 600 руб/м<sup>2</sup>; отделочные работы - 250 руб/м<sup>2</sup>.

Третий вид конструкций является однослойным и включает газобетон марки D500 толщиной 400-500 мм (табл. 1, №4-5). Наружная поверхность, в данном случае, отделяется тонкослойными или толстослойными штукатурными системами. Также возможен вариант облицовки сайдингом. Подобные решения распространены в частном домостроении. Монослойное ограждение толщиной 500 мм также использовалось при строительстве жилых домов по улице Красных командиров. Это один из немногочисленных примеров однослойного ограждения, использованного при строительстве многоэтажных жилых домов в г. Екатеринбурге.

В данном варианте нормируемое сопротивление теплопередаче будет обеспечено при толщине газобетона 500 мм (коэффициент тепловой однородности  $\gamma=0,9$ ). Ограждение толщиной 400 мм обеспечит только минимальное значение нормируемого сопротивления теплопередаче  $R_{\min}$ .

Преимуществом однослойных конструкций является их простота, высокая теплотехническая однородность, небольшая масса, высокая долговечность, экологичность,

повышенная паропроницаемость, высокая скорость возведения. Недостатки связаны с необходимостью мокрых отделочных работ, а также с тем, что стоимость однослойных ограждений при сопоставимой толщине оказывается выше трехслойных на 5-10 % (табл. 2).

Новым эффективным решением для выполнения ограждения является использование газозолобетона пониженной плотности 400-450 кг/м<sup>3</sup>. Как показывают испытания, газозолобетон плотностью 400 кг/м<sup>3</sup> характеризуется классом прочности В2,0 и коэффициентом теплопроводности в условиях эксплуатации 0,10 Вт/м·°С (табл. 3). Предполагается выполнять ограждение как однослойное, толщиной 300-400 мм, так и с облицовкой кирпичом (табл. 4).

Таблица 3

**Характеристика газозолобетона пониженной плотности производства  
ООО «ПСО «Теплит»**

Показатели	Плотность изделий, кг/м <sup>3</sup>		
	400	450	500
Класс по прочности	В 2,0	В 2,5	В 3,5
Марка по морозостойкости	F50	F50	F100
Теплопроводность в сухом состоянии, Вт/м °С	0,08	0,108	0,115
Усадка при высыхании, мм/м	0,59	0,59	0,56
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	0,25	0,21	0,20
Удельная эффективная активность ЕРН, Бк/кг	77,5		

Как видно из представленных данных: расчетное сопротивление теплопередаче для газозолобетона толщиной 400 мм выше нормируемого показателя, а в случае толщины ограждения 300 мм расчетный показатель выше  $R_{min}$ . При этом толщина, ограждения в сравнении с трехслойными конструкциями ниже, что предопределяет существенный экономический эффект, как за счет экономии материалов ограждения (табл. 4), так и за счет высвобождения дополнительных площадей.

Таким образом, использование газозолобетона пониженной плотности позволяет обеспечить требуемую тепловую эффективность ограждающей конструкции с пониженными затратами. Наружные стены из газобетона плотностью 400 кг/м<sup>3</sup> характеризуются пониженной массой, при этом, сохраняя требуемые показатели прочности и морозостойкости. Они экологичны, огнестойки, долговечны и удовлетворяют другим

требованиям, предъявляемым к ограждающим конструкциям. На наш взгляд, подобные конструкции могут успешно применяться как в малоэтажном строительстве, так и для наружных ненесущих стен многоэтажных зданий.

Таблица 4

**Расчетные характеристики ограждающих конструкций  
из газозолобетона марки D400**

Ограждающая конструкция	Вес 1м <sup>2</sup> стены, кг	Расчетное сопротивление теплопередаче R <sub>0</sub> , м <sup>2</sup> ·°C/Вт*	Стоимость, руб
Силикатный кирпич 120 мм; Газозолобетон D400 - 400 мм	443,4	4,12	2749,68
Тонкослойная штукатурка; Газозолобетон D400 - 400 мм	203,0	3,85	2018,9
Тонкослойная штукатурка; Газозолобетон D400 - 300 мм	155,0	2,92	1644,9

\* При определении расчетного сопротивления теплопередаче теплопроводность газозолобетона D500 в условиях эксплуатации принималась равной  $\lambda=0,103$  Вт/м·°C (при W = 4%), силикатного кирпича  $\lambda=0,41$  Вт/м·°C.

Данное решение активно используется в северо-западном регионе. По данным завода «Аэрок», Санкт-Петербург доля продукции плотностью 400 кг/м<sup>3</sup> составляет 60 % от общего объема выпускаемого газобетона. Более того, в настоящее время освоено производство и активно применяется продукция с плотностью 350 кг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, однослойное ограждение из газозолобетона толщиной 300-400 мм может рассматриваться альтернативой существующим многослойным конструкциям, как по теплотехническим показателям, так и по показателям себестоимости.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневский А. А. Эксплуатационные свойства современного автоклавного газозолобетона / А. А. Вишневский. Сб. докладов II научно-практ. семинара «Однослойные ограждения из автоклавного газобетона в современном строительстве». Екатеринбург, 2009. С.11-18.
2. Гагарин В. Г. Теплофизические свойства современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий / В. Г. Гагарин. Сб. тр. II Всероссийской научно-техн. конференции «Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий» СПб. 2009. С.35-46.