

**ВОПРОСЫ ВНЕДРЕНИЯ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И
СТАНДАРТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА
В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

(г. Минск, БНТУ — 22–23.05.2013)

УДК 621.311

ТЕПЛОЭФФЕКТИВНАЯ ОДНОСЛОЙНАЯ СТЕНА

ОПЕКУНОВ В.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Введение

В Республике Беларусь при возведении энергоэффективных домов (по ТКП 45-2.04-196-2010 - объекты 1 класса по энергетической эффективности) применяют как правило конструктивные системы с поэтажно опертыми стенами, имеющими сопротивление теплопередаче $R_t \geq 3,2 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ [1,2].

В качестве основного слоя стены толщиной $a=300-400$ мм массово используют блоки по СТБ 1117-98 из автоклавного газобетона (АГБ) средней плотностью $\rho=450-500 \text{ кг/м}^3$ или керамические блоки по СТБ 1719-2007 «Блоки керамические поризованные пустотелые. ТУ». В Украине и России применяют также стеновые блоки из прессованного цементного перлитобетона.

Конструкции поэтажно опертых стен

Встречаются конструкции однослойных поэтажно опертых стен. При этом перекрытие «утапливают» в стене на 8-10 см. Между образовавшимися консольными выступами стены размещают теплоизоляционный (ТИ) материал (рисунок 1).



Рисунок 1. Рабочий момент возведения дома с однослойными стенами с консольными выступами (стена толщиной $a=400$ мм из АГБ)

На «ложковую» кладку стены толщиной $a=400$ мм из рядовых отечественных стеновых блоков из АГБ с $\rho=450-500$ кг/м³ и ТИ слой (представлен в основном жесткими гидрофильными минераловатными плитами) наносится сплошное штукатурное покрытие с необходимой паропроницаемостью (см. рисунок 1).

В тонком ТИ слое толщиной 8-10 см в уровне перекрытия иногда появляются деформации (рисунок 2). Одна из возможных причин этого явления – применение в стене разнородных материалов (вследствие ряда причин ТИ плиты из АГБ (ТИ бетоны относятся к твердой тепловой изоляции) существующего качества использовать не получается).



Рисунок 2. Фрагмент фасада нового дома со стенами из АГБ, утепленного в уровне перекрытия минераловатными плитами (ТИ слой деформирован)

В тонком ТИ слое сорбируется влага (данные о ползучести, щелочестойкости, водопоглощении и равновесной влажности гидро-

фильных ТИ материалов противоречивы и в нормативных документах не указаны). Вода из ТИ слоя может мигрировать в капиллярно-пористый стеновой материал, повышая его теплопроводность (λ).

Для однослойной стены из АГБ с $\rho \leq 450 \text{ кг/м}^3$ при $a=400 \text{ мм}$ на основании действующих ТКП разработчиками декларируется уровень $R_T \geq 3,2 \text{ м}^2\text{к/Вт}$. Вместе с тем практически это достижимо в случае, когда применяют не рядовые блоки на традиционном алюминиевом газообразователе, а блоки с равномерной мелкопористой макроструктурой, произведенные на наших передовых заводах (аналоги импортных блоков «Итонг-энерго» с низкой λ и высокой прочностью (R) при сжатии) [3]. Заявляя $R_T \geq 3,2 \text{ м}^2\text{к/Вт}$ при $a=400 \text{ мм}$, проектировщики не учитывают анизотропию теплопроводности газобетона (в зависимости от положения блока из АГБ в стене параметр λ может иметь значения, разнящиеся на 15-20 %).

В энергоэффективных домах со стенами из АГБ при $a=400 \text{ мм}$ может иметь место $R_T < 3,2 \text{ м}^2\text{к/Вт}$. О европейском уровне $R_T > 4,0 \text{ м}^2\text{к/Вт}$ в этом случае говорить не приходится (при относительно низкой материалоемкости стены при $a=400 \text{ мм}$ имеет место и недостаточный (негарантированный) уровень R_T).

В практике строительства с целью исключения риска получить общий $R_T < 3,2 \text{ м}^2\text{к/Вт}$ имеют место конструкции двуслойных поэтажно опертых стен с применением «ложковой» кладки толщиной $a=300-400 \text{ мм}$ из АГБ с $\rho=450-500 \text{ кг/м}^3$ (основной слой стены с $R_T < 3,2 \text{ м}^2\text{к/Вт}$). Для повышения общего R_T такой двуслойной стены до прогрессивного уровня $R_T \gg 3,2 \text{ м}^2\text{к/Вт}$ монтируют второй (наружный) слой в виде «скрепленной» теплоизоляции как правило из гидрофильных минераловатных или пенопластовых плит.

Вместе с тем в условиях поточного строительства сложно выполнить требования ТКП 45-5.08-75-2007 «Изоляционные покрытия. Правила устройства», где установлено, что при устройстве теплоизоляции подготовленное основание должно иметь влажность $W \leq 4 \%$ - для сборных конструкций; $W \leq 5 \%$ - для монолитных конструкций. В построечных условиях блоки из АГБ в течение полугода имеют $W > 10 \%$ (после автоклавирования обычно $W=26-28 \%$).

По мнению многих авторитетных исследователей пенопластовые материалы вообще не следует применять в сфере жилищного строительства. Синтетические полимеры в любых изделиях по причине

структурной неустойчивости не должны контактировать с человеком (исключение составляют пластиковые стаканчики для экспресс-распития ... различных вод, например). Проектировщики не учитывают, что пенопласты не только стареют, превращаясь в канцерогенную пыль, но ещё и ... ползут, деформируясь под действием нагрузки, солнечной радиации и других атмосферных факторов.



Рисунок 3. Фрагмент фасада эксплуатирующегося нового дома со стенами из АГБ в процессе облицовки плитами из пенополистирола (кладка из стеновых блоков из АГБ под первым штукатурным покрытием)

Пенополистирольные плиты используют и в ремонтных работах, например, для герметизации узлов сопряжений конструкций и для дополнительного утепления фасадов (рисунки 3, 4).



Рисунок 4. Участок стены эксплуатирующегося в течение 40 лет панельного дома (наружные стены из керамзитобетона и шлакобетона, облицованного керамической плиткой), утепленный пенополистирольными плитами

После анализа увиденного (см., например, рисунок 3) зададим себе вопрос: если уж так случилось, что возникла необходимость стену из АГБ с $\rho=450-500 \text{ кг/м}^3$ утеплить, то почему не облицевать её ТИ плитами из того же АГБ (см. СТБ 1034-96 «Плиты теплоизоляционные из ячеистых бетонов. ТУ»)?

Тогда бы мы имели ещё один пример, подтверждающий наш статус европейской «ячеистобетонной» державы. А так ... имеем пример нерационального применения АГБ в качестве тонкого слоя ТИ материала (рисунок 5 – аналог рисунка 2).



Рисунок 5. Фрагмент фасада строящегося дома со стенами из АГБ, утепленного в уровне перекрытия плитами из АГБ (консольный выступ – 8-10 см; железобетонные переемы выполнены из тяжелого цементного бетона)

Представляется уместным задаться ещё одним вопросом: если директивно долговечные керамическую и стекловидную плитки для облицовки стен из кирпича и ячеистобетонных блоков применять нельзя, то почему пенопласты с практически нулевой паропроницаемостью – «лзя»? Отвечаем: отчасти потому, что у них рекордно низкий уровень λ и с ними можно работать играючи.

Применяемая в новом строительстве пенопластовая (пенополистирольная прежде всего) теплоизоляция любого декларируемого качества имеет неоспоримое достоинство: после успешной сдачи энергоэффективного дома в эксплуатацию её можно молниеносно... демонтировать.

Думается, что этому «ТИ материалу» - несмотря на то, что «знайки» утверждают, будто у экструзионного пенополистирола имеются необходимые паропроницаемость и долговечность - место в кунсткамере «новаций» и хитростей.

Сложно даже предположить, что нашему современнику придется жить в доме, явно и скрытно «нафаршированном» пенопластами и

другими пластмассами («прогрессивные» пластмассовые стаканчики по-прежнему не о(б)суждаются, а активно применяются), т.е. в условиях с неблагоприятным микроклиматом.

В 1970-1980 гг. отечественная стройиндустрия получила положительный импульс, и в Союзе началось массовое строительство заводов по производству изделий из АГБ. К сожалению, и силикатного кирпича тоже, причем опережающими темпами.

Как сейчас приспособить тяжелый и долговечный силикатный кирпич к решению задач в области энергоэффективного строительства? Понятно, что для «выживания» ему предложат «дуэт» с легчайшими и недолговечными пенопластами в присутствии новейших супер-систем кондиционирования, рекуперации и прочего интеллектуально-наукоемкого (рисунок 6).



Рисунок 6. Несущая стена из силикатного кирпича и АГБ с тепловой изоляцией из пенополистирола

Однако неужели наши горожане достойны получать безальтернативные «интеллектуальные» квартиры с пультами управления и многострочными рекомендациями по эксплуатации много там чего?

Технико-экономический анализ показывает, что среди стеновых материалов для массового энергоэффективного строительства (и в городах, и в селах) альтернативы качественному АГБ в н.в. нет, а потенциал АГБ еще далеко не исчерпан, в т.ч. и как ТИ материала.

Рациональное применение изделий из АГБ позволит не перена- сыщать энергоэффективный дом инженерным оборудованием на старте его эксплуатации, а по мере необходимости с учетом поже- ланий жильцов дооснащать его надежными новинками в спокойном режиме, включая системы автономного поквартирного отопления.

Модернизированная поэтажно опертая стена

В развитие технического решения согласно рисунку 1 к рассмот- рению предлагается модернизированная конструктивная схема од- нослойной поэтажно опертой стены (рисунок 7). Техническое ре- шение (см. рисунок 7) служебным не является.

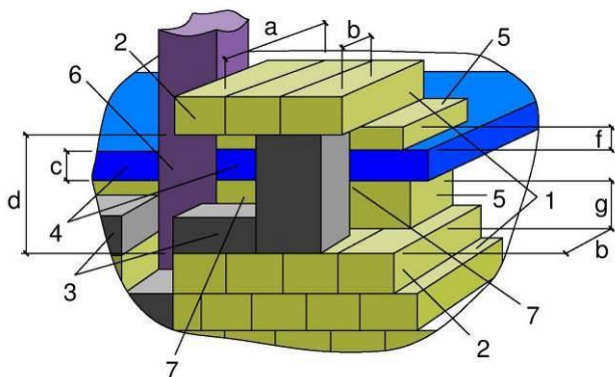


Рисунок 7. Конструктивная схема однослойной поэтажно опертой стены:
1 – основная часть стены; 2 – консольный выступ; 3 – ТИ слой (например, из АГБ с $\rho < 300 \text{ кг/м}^3$); 4 – плита перекрытия; 5 – сужение стены ступенчатого вида (напри- мер, керамический блок или блок из АГБ с $\rho = 400\text{-}450 \text{ кг/м}^3$);
6 – колонна; 7 – воздушная прослойка

Стена содержит основную часть 1 толщиной a («тычковые» бло- ки) с консольным выступом 2 и дополнительную часть стены 3 толщиной b и высотой d , размещенную между консольными высту- пами 2 и примыкающую к основной части стены 1 и, например, к перекрытию 4 толщиной c . В основной части стены 1, примыкаю- щей к несущим конструкциям (в данном случае - к плите перекры- тия 4, а в общем случае к плите перекрытия и/или колонне) выпол- нено сужение, например, ступенчатого вида 5 таким образом, что консольные выступы смежных участков основной части стены 1 выполнены с зазорами высотой f , g (исполнение может быть как

$f=g$, так и $f \neq g$) к примыкающим несущим конструкциям (плите перекрытия и/или колонне). Зазоры в узле сопряжения могут быть выполнены, например, путем использования блоков 5 (доборных или рядовых).

Величина (вылет) консольного выступа 2 «тычковых» блоков может назначаться, исходя из необходимости обеспечения прочности и устойчивости стены.

Неблагоприятная схема нагружения стенового блока 1 предполагает опирание, например, каменщика массой 120 кг на консольный выступ 2 с силой, например, 0,6 кН. При этом основная часть стены 1 имеет достаточную несущую способность (в блоках из качественного АГБ с необходимым уровнем R возникает сложное напряженное состояние вследствие изгиба и среза перпендикулярно горизонтальным клеевым швам).



Рисунок 8. Фрагмент фасада строящегося дома со стенами из АГБ (консольный выступ стены 8-10 см)

При толщине основной части стены, например, $a=600$ мм («тычковые» блоки из АГБ с $\rho=400-450$ кг/м³) заполнение пространства между консольными выступами ТИ материалом с $\lambda \leq 0,07$ Вт/(мК) толщиной, например, $b=180-200$ мм и высотой, на 150-200 мм

большей толщины перекрытия, обеспечивает необходимый уровень теплотехнической однородности однослойной стены из АГБ по высоте здания, и при этом $R_T > 3,2 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

В связи с увеличенным объемом ТИ материалов (при $d \gg c$; см. рисунок 7) существенно возрастут R_T и общее качество узлов сопряжения стены с несущими конструкциями (рисунок 8). Вместо воздушной прослойки может быть применен гидрофобный ТИ неорганический материал (возможны и другие технические решения).

Заключение

В случае применения «тычковых» стеновых блоков из качественного отечественного АГБ с $\rho = 350\text{--}400 \text{ кг/м}^3$ или блоков, аналогичных по качеству блокам «Итонг-энерго», однослойная стена толщиной $500 < a \leq 600 \text{ мм}$ (по СТБ 1117-98 подходящий блок из ячеистого бетона при кладке «на клею» имеет размеры, например, $198 \times 295 \times 598 \text{ мм}$) может иметь $R_T > 4,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ (см. рисунок 7).

При этом будет экономиться железобетон перекрытия (эффект в сфере производства), а в жилых помещениях (при использовании защитно-отделочных составов с необходимой паропроницаемостью) многоэтажных домов даже при отсутствии принудительной вентиляции установится благоприятный микроклимат вследствие использования в стене неорганических материалов (эффект в сфере применения).

«Тычковая» кладка из АГБ-блоков предполагает разработку соответствующих ТТК и повышенную культуру строительного производства. Использование в однослойной стене экологически и эстетически привлекательных «тычковых» керамических блоков по СТБ 1719-2007 для обеспечения $R_T > 4,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ проблематично. Такие блоки лучше применять в системах утепления «вентилируемый фасад».

ЛИТЕРАТУРА

1. Опекунов, В.В. Теплоэффективные изделия из ячеистых бетонов / В.В.Опекунов, Ю.Д.Самуйлов, Е.Б.Хожовец // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь : материалы XVIII междунар. науч.-метод. семинара, Новополоцк, 28-29 ноября 2012 г. : в 2 ч. /

ПГУ; редкол.: Д.Н.Лазовский [и др.]. – Новополоцк, 2012. – Ч. 1. - С. 3-8.

2. Опекунов, В.В. Теплые стены улучшенного качества / В.В. Опекунов // Керамика: наука и жизнь. – № 4 (18) 2012/№ 1 (19) 2013. – С. 56-64.

3. Опекунов, В.В. Основные физико-технические свойства ячеистых бетонов автоклавного твердения / В.В.Опекунов // Вопросы внедрения норм проектирования и стандартов европейского союза в области строительства : материалы науч.-метод. семинара, Минск, 29 мая 2012 г. : в 2 ч. / БНТУ; редкол.: В.Ф.Зверев [и др.]. – Минск, 2012. – Ч. 2. - С. 96-102.