

ЯЧЕИСТЫЙ БЕТОН В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В.П. Вылегжанин, к.т.н., директор, Центр ячеистых бетонов

В.А. Пинскер, к.т.н., научный руководитель, Центр ячеистых бетонов

Президент России поставил задачу (закон №261-ФЗ от 23.11.09 об энергосбережении) снижения энергозатратных показателей в промышленности, строительстве, ЖКХ, транспорта и т.д., включая отказ от ламп накаливания. Поэтому строительство из красного кирпича или керамических блоков, требующих больших затрат энергии на обжиг (к тому же с выбросом в атмосферу парниковых газов), вряд ли можно считать перспективным. Хотя с обывательской точки зрения кирпичные дома кажутся более надежными и ликвидными, а цены на них самые высокие. Поэтому сейчас в моде кирпичная облицовка, под которой может скрываться все что угодно (пенополистирол, пенополиуретан, минеральная вата и даже дерево). Правда, в последнее время благодаря усиленной пропаганде экологичности деревянного строительства под дерево стали маскировать даже кирпичные коттеджи с помощью блок-хаусной облицовки, поскольку деревянные коттеджи продаются дороже кирпичных.

Тепловая эффективность домов до 2004 г., когда вышел СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий", рассчитывалась по СНиП II-3-79** "Строительная теплотехника" с определением требуемого сопротивления теплопередаче стены $R_0^{треб}$. Так, для Ленинграда (Санкт-Петербурга). Эта величина составляла $R_0 = 0,843$ м²·°C/Вт, что соответствовало кирпичной кладке из полнотелого кирпича толщиной 0,555 м, или чуть больше 2-х кирпичей. При толщине кладки в 2,5 кирпича имелся запас в 12,5 %, поэтому все кирпичные здания, построенные в Ленинграде - Санкт-Петербурге до 2004 г. имеют толщину стен не более 2,5 кирпичей (0,64 м). Согласно новым нормам требуемое сопротивление теплопередаче для Санкт-Петербурга должно быть не менее 3,08 м²·°C/Вт, или в 3,65 раза выше чем прежде. Такой скачок (почти в 4 раза) нокаутировал всю строительную отрасль России и уничтожил почти все домостроительные комбинаты.

Такому сопротивлению теплопередаче отвечает стена из обыкновенного глиняного кирпича толщиной 2,367 м (более 9 кирпичей). Таковых стен в Санкт-Петербурге не имеется. Таким образом, все петербургские здания, включая Зимний дворец, Казанский, Исаакиевский, Смольный соборы и др. сооружения не отвечают требованиям теплотехники и должны быть снесены или утеплены. Вот тут уже проглядывают чьи-то уши. Ускоренно строятся заводы пенополистирола (который уже проявил себя в пермской трагедии) и минеральной ваты с неопределенной долговечностью (от 10 до 50 лет). Разве их можно применять для зданий, рассчитанных на сотни лет? (не говоря уже о пожароопасности и экологии). А затраты на утепление? Здесь же непаханое поле для коррупции.

Ясно, что уникальные здания (музеи, дворцы, храмы) никто сносить не позволит. А все остальное можно снести и выстроить небоскребы с минераловатным или пенополистирольным утеплением долговечностью менее 50 лет.

А нужно ли такое утепление? Наши расчеты, а также исследования проф. Гагарина В.Г. и Института строительной физики показали, что снизить теплотраты более эффективно другими методами [1].

Утеплять кирпичные стены толщиной более 2,5 кирпича нецелесообразно. Сейчас начался снос газобетонных домов первых массовых серий ("Г", "Ги"), признанных "ветхими", несмотря на наши многолетние обследования (и коммерческий спрос), показавшие их надежность и теплоэффективность. Так, стена из газобетона толщиной 0,24 м марки по плотности D700 имеет сопротивление теплопередаче $R_0 = 1,32$ м²·°C/Вт, что эквивалентно кирпичной стене толщиной 0,941 м (3,5 кирпича). Так надо ли их сносить или утеплять?

Ныне ДСК-3 строит дома из газобетона D600 с толщиной наружных стен 0,32 м, что эквивалентно стене из кирпича толщиной 1,464 м (6 кирпичей). И этого недостаточно?

Увеличение нормируемого сопротивления теплопередаче глухой части наружных стен привело к применению многослойных конструкций стен с использованием теплоизоляционных материалов (минераловатных, пенополистирольных и др.) и как следствие к их удорожанию. В то же время в новых домах с увеличением теплоизоляции глухой части наружных стен никакой существенной экономии энергии не установлено. Это подтверждается характером зависимости (рисунок 1) [1] из которой следует, что при увеличении приведенного сопротивления теплопередаче стены сверх $R_0^{треб} \approx 1$ теплотери через 1 м² ограждающей конструкции стены снижаются не так быстро.

Из этого примера следует, что то минимально допустимое по СНиП 23-02-2003 нормируемое приведенное сопротивление теплопередаче

$$R_{\min} = 0,63R_{\text{req}}$$

где R_{req} - приведенное требуемое сопротивление теплопередаче ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$), может приниматься за основное расчетное при условии удовлетворения требованиям к удельному расходу тепловой энергии на отопление здания. Для подтверждения этих выводов Центром ячеистых бетонов был выполнен расчет теплопотерь 5-и, 10-и, 19-этажных домов серии 600.11 из газобетонных панелей, изготавливаемых на ЗАО "ДСК-3" (Санкт-Петербург). В панелях применялся газобетон марки по плотности D600, толщина панелей 32 см.

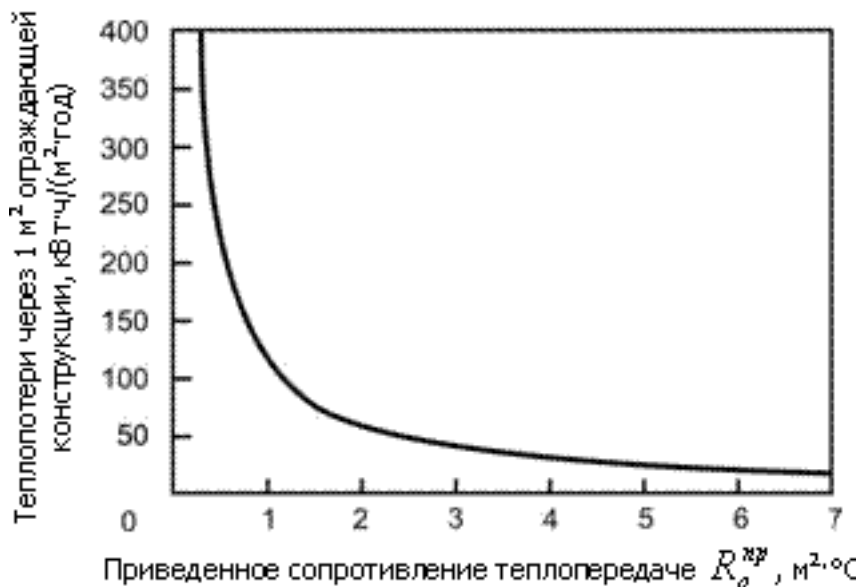


Рисунок 1 - Зависимость теплопотерь через 1 м^2 ограждающей конструкции от приведенного сопротивления теплопередаче для климатических условий Москвы

При расчетах принималась равновесная влажность $\omega = 5\%$ для зоны Б, $\lambda = 0,185 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$ (ГОСТ 31359). Расчеты показали, что все рассматриваемые дома проходят по удельным теплопотерям для любого климатического региона России с запасом по отношению к нормативному в 5-18% [2].

Анализ выявил (рисунок 2), что через стены теплопотери составляют 22-26%, через окна - 20-23%, через остальные ограждающие конструкции - 3-3,5%, а 48-50% - теряется за счет воздухообмена и вентиляции [3].

Как показали расчеты, увеличение $R_0^{\text{нр}}$, например, на 23-25% за счет изменения толщины стены с 32 см до 40 см приводит к снижению теплопотерь в среднем на 7-8%.

Долговечность многослойных стен в целом ниже, чем традиционно применяемых в России.

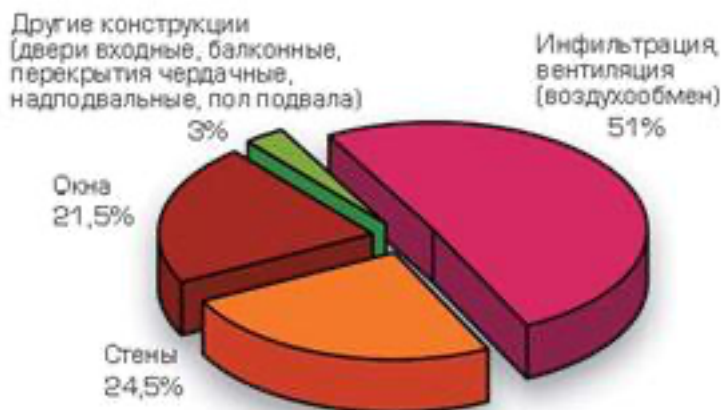


Рисунок 2 - Распределение теплопотерь в многоквартирных домах серии 600.11

Так, конструкции навесных теплоизоляционных фасадов проектируются в настоящее время с долговечностью 50 лет. Для фасадов с приклеенной теплоизоляцией и тонким штукатурным слоем продолжительность межремонтного периода составляет 20 лет (по заключениям экспертов из Германии, где эти фасады эксплуатируются около 40 лет). В климатических условиях России этот период будет меньше [1].

Натурные обследования многослойных стен с кирпичной облицовкой, проведенные в Москве и Санкт-Петербурге, показали, что несмотря на то что срок эксплуатации этих конструкций составляет менее 10 лет имеются различные повреждения облицовочного слоя, а также его обрушение.

В связи с вышеизложенным, возникает вопрос: есть ли необходимость усложнять конструкции стен, добиваясь удовлетворения их завышенных нормативных значений сопротивления теплопередаче R_{req} , при этом не принимая во внимание другие требования СНиП 23-02. Согласно этому СНиПу тепловая защита здания оценивается по основным трем нормативным показателям:

а) Приведенное сопротивление теплопередаче глухой части (простенков) наружной стены R_0 ;

б) Санитарно-гигиеническое сопротивление теплопередаче (R_0^k), обеспечивающее нормируемый комфортный перепад между температурами внутреннего воздуха помещения и внутренней поверхности стены.

в) Рассчитанный по СНиП 23-02 удельный расход тепловой энергии на отопление здания (q_h^{des}), учитывающий теплозащитные показатели ограждающих конструкций с учетом объемно-планировочных решений здания, отопления, вентиляции, солнечного и бытового теплопоступления.

Требования тепловой защиты удовлетворяются, если в жилых и общественных зданиях будут соблюдены нормативные показатели по тепловой защите или "а" и "б" или "б" и "в".

Нормированный показатель тепловой защиты зданий удовлетворяется, если удельный расход тепловой энергии меньше нормируемого. $q_h^{des} \leq q_h^{req}$, (1)

где q_h^{req} - нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания, кДж/м³·°C·сут (кДж/м³·°C·сут).

Здание относится к нормальному классу по теплопотерям, если удовлетворяется неравенство: $0,91q_h^{req} \leq q_h^{des} \leq 1,05q_h^{req}$, (2)

Принимаемое при вычислении q_h^{des} приведенное сопротивление теплопередаче глухой части наружной стены R_0 , должно удовлетворять условию: $R_0 \geq 0,63R_{req}$, (3)

где R_{req} - нормируемое сопротивление теплопередаче стены, м²·°C/Вт, определяемое по СНиП 23-02.

Величина R_0 вычисляется по формуле $R_0 = 0,158 + \frac{\delta_{ст}}{\lambda}$, м²·°C/Вт (4)

где $\delta_{ст}$ - толщина стены из газобетонных блоков, м; λ - расчетный коэффициент теплопроводности кладки, приведенный в таблице 1, Вт/м·°C.

Таблица 1 - Расчетные коэффициенты теплопроводности кладки из газобетонных блоков

Марка бетона по средней плотности	Расчетная равновесная влажность кладки ω , % при условиях эксплуатации по массе		Расчетные коэффициенты теплопроводности кладки λ , Вт/м·°C, на цементно-известково-песчаном растворе ($\rho_0=1600$ кг/м ³), при условиях эксплуатации		Расчетные коэффициенты теплопроводности кладки на клею λ , Вт/м·°C, при условиях эксплуатации	
	А	Б	А	Б	А	Б
D400	4	5	0,16	0,17	0,12	0,13
D500	4	5	0,18	0,19	0,15	0,16
D600	4	5	0,21	0,23	0,175	0,185

Выбор толщины стены, величина R_0 которой соответствует нормативному, установленному для рассматриваемого региона строительства, можно сделать по таблице 2 или рассчитать по формуле (4).

Величину $0,63R_{req}$ следует принимать как исходную при вычислении q_h^{des} , увеличивая толщину стены при необходимости вписаться в лимит.

Например, из приведенной таблицы 2 следует, что для Санкт-Петербурга $R_{req} = 3,08$ м²·°C/Вт, $R_{req}^{min} = 0,63R_{req} = 1,94$ м²·°C/Вт. Толщина стены из блоков плотностью D500 может иметь толщину 0,25-0,30 м. Принимаем толщину 0,3 м и рассчитываем при этой толщине

стены удельный расход тепловой энергии на отопление здание (q_h^{des}) по методике, изложенной в СНиП 23-02. Если условие (2) удовлетворяется, то рассматриваемая толщина стены принимается за проектную. Если величина q_h^{des} значительно больше $1,05q_h^{req}$, то следовательно толщина стены может быть меньше. Таким образом, в проектируемом здании наружная стена принимается однослойной конструкции, выполненной из

Таблица 2 - Стены зданий из блоков, приведенное сопротивление теплопередаче которых соответствуют нормативному, установленному для различных климатических условий

Нормированное сопротивление теплопередаче стены по СНиП 23-02, $m^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$		Марка газобетона по средней плотности	Толщина стены из блоков, м	Приведенные сопротивления теплопередаче стены $R_{\theta}, m^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ при условиях эксплуатации $\frac{A}{B}$	
R_{req}	$R_{req}^{min} = 0,63R_{req}$			на растворе $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$	на клею
2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0	1,26 1,57 1,89 2,20 2,52 2,83 3,15	D400	0,2	<u>1,14</u> 1,33	<u>1,82</u> 1,70
			0,25	<u>1,72</u> 1,62	<u>2,24</u> 2,08
			0,30	<u>2,03</u> 1,92	<u>2,66</u> 2,46
			0,375	<u>2,50</u> 2,36	<u>3,28</u> 3,04
			0,400	<u>2,82</u> 2,51	<u>3,49</u> 3,23
			0,2	<u>1,27</u> 1,21	<u>1,49</u> 1,41
2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0	1,26 1,57 1,89 2,20 2,52 2,83 3,15	D500	0,25	<u>1,55</u> 1,47	<u>1,82</u> 1,72
			0,30	<u>1,82</u> 1,74	<u>2,15</u> 2,03
			0,375	<u>2,24</u> 2,13	<u>2,66</u> 2,50
			0,400	<u>2,38</u> 2,26	<u>2,82</u> 2,66
			0,25	<u>1,34</u> 1,24	<u>1,58</u> 1,51
			0,30	<u>1,58</u> 1,46	<u>1,82</u> 1,78
2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0	1,26 1,57 1,89 2,20 2,52 2,83 3,15	D600	0,375	<u>1,94</u> 1,79	<u>2,30</u> 2,18
			0,4	<u>2,06</u> 1,90	<u>2,44</u> 2,32

Выводы

- 1 Современные нормы по теплозащите глухой части стены (простенков) являются чрезмерно завышенными, что делает весь жилой фонд России нуждающимся в утеплении, позволяя причислить его к "ветхому", "аварийному", устаревшему, подлежащему "реновации" или сносу с целью освобождения места для небоскребов.
- 2 Стена толщиной 2,5 кирпича в утеплении не нуждается.
- 3 Слоистые стены недолговечны.
- 4 Однослойные долговечные стены могут быть сделаны только из ячеистого бетона в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003, обеспечивая при этом долговечность и энергоэффективность зданий.

Литература

- 1 Гагарин В.Г. Макроэкономические аспекты энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Журнал "Строительные материалы", март 2010.
- 2 СТО 501-52-01-2007 Проектирование и возведение ограждающих конструкций жилых и общественных зданий с применением ячеистых бетонов в Российской Федерации
- 3 Вылегжанин В.П., Пинскер В.А. О толщине наружных стен. Журнал "Еврострой", №45.

