

*Амбросьев В.В., Иванова А.Л.,
инженерно-технический факультет Якутского госуниверситета
им.М.К.Аммосова кафедра строительных конструкций, г.Якутск, Россия*

Разработка конструктивных решений по уменьшению мостиков холода и теплопотерь здания в монолитно-каркасном домостроении в условиях Крайнего Севера

С выходом нового СНиПа 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» изменились требования к проектированию зданий и сооружений, где затронут вопрос о рациональном использовании теплоэнергии в период эксплуатации здания. В частности изменились требования по проектированию стеновых ограждающих конструкций: по сравнению со старым СНиПом II-3-79* требуемое сопротивление теплопередаче $R_{теп}$ увеличилось почти 2 раза, что соответственно приводит к увеличению толщины стены, следовательно и затрат на строительство.

В данное время широко используются вентилируемые фасадные системы, как в жилых типах зданий, так и в административных, но и такой подход имеет ряд недостатков: недолговечность минераловатных плит; низкое качество монтажа фасадных систем, а также выявляемые после монтажа, трудоемкость - из-за множества различных элементов конструкции, значительная стоимость.

Для решений указанных проблем разработаны стеновые конструкции на основе теплоэффективных блоков: пенобетонного и арболитового исполнения, обладающие низкой теплопроводностью, водо-, морозостойкостью и малым удельным весом. Из-за низких характеристик на сжатие эти материалы используются в качестве самонесущих стен в монолитно-каркасных зданиях.

Разработаны простейшие конструктивные решения по предотвращению «мостиков» холода в области плиты перекрытия, оконных и дверных проемах (наружных).

Как опыт показывает, вследствие применения железобетонных перемычек выполненных в однородном исполнении в поперечном разрезе, наблюдается образование конденсата на верхней и нижней части оконного проема в период эксплуатации, что приводит к образованию плесени на поверхности штукатурки и шелушению.

На *рис. 1* показан фрагмент оконного проема при толщине стены 600мм из арболитового блока (для г.Якутска).

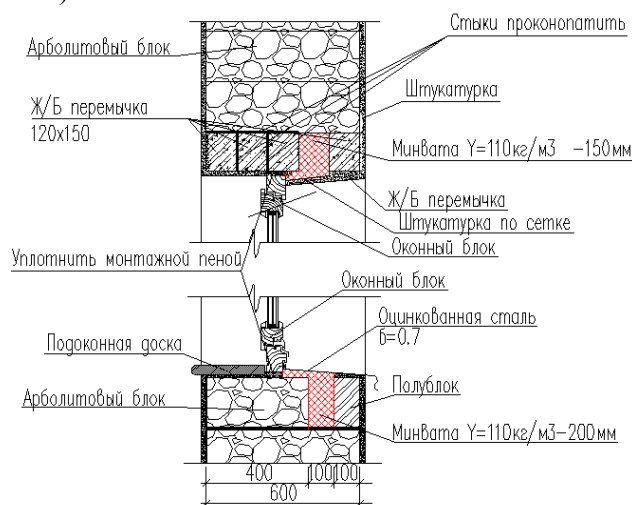


Рис.1 Фрагмент оконного проема

В качестве вкладыша использована минераловатная вата плотностью $\gamma=110\text{кг/м}^3$. Щели между перемычками и в местах опирания блоков следует проконопатить паклей.

Конструктивное решение по уменьшению «мостиков» холода в области плиты перекрытия

На рис.2 показано стандартное решение стены в области плиты перекрытия. Таково решение не является подходящим для условий с устойчивыми отрицательными температурами. Как опыт показывает, в период эксплуатации здания наблюдается выпадение конденсата в угловой части помещения, где в результате образуется плесень, подтеки, и намокание штукатурки.

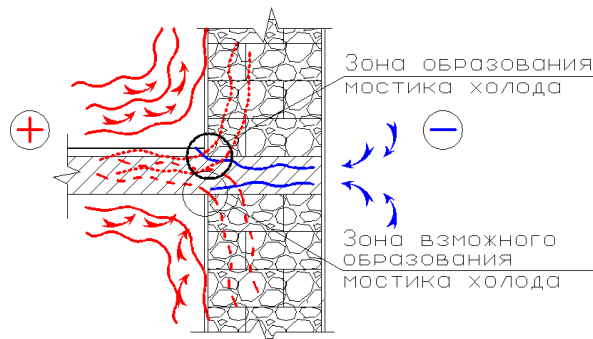


Рис.2 Стандартное решение

В таблице 1. приведены конструктивные решения по предотвращению «мостиков» холода в этой области. Эскизы стен выполнены из теплоэффективных блоков: пенобетонные и арболитовые.

Толщина кладки X определена исходя из теплотехнического расчета, где учтено следующее:

1. Стандартные размеры блока;
2. Тип назначения здания: жилое или административное;
3. Климатической зоны расположения, расчет произведен для гг.Мирный, Ленск, Якутск, Нерюнгри.

Варианты уменьшения мостиков холода в области плиты перекрытия при различных типах кладки

Таблица 1

№	Вариант стены	Эскиз стены
1	Кладка из пенобетонных блоков	<p>ПЕНОБЕТОННЫЙ БЛОК $\gamma = 500\text{кг/м}^3$ $\lambda = 0.13\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$</p> <p>УТЕПЛИТЕЛЬ ПЕНОПОЛИСТИРОЛ $\gamma = 100\text{кг/м}^3$ $\lambda = 0.041\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$</p> <p>Ц.-П. ШТУКАТУРКА ПО СЕТКЕ $\gamma = 1800\text{кг/м}^3$ $\lambda = 0.76\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$</p> <p>100</p> <p>20 X 20</p>
2	Кладка из арболитовых блоков	<p>АРБОЛИТОВЫЙ БЛОК $\gamma = 550\text{кг/м}^3$ $\lambda = 0.105\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ $\gamma = 600\text{кг/м}^3$ $\lambda = 0.12\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$ $\gamma = 650\text{кг/м}^3$ $\lambda = 0.13\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$</p> <p>УТЕПЛИТЕЛЬ ПЕНОПОЛИСТИРОЛ $\gamma = 100\text{кг/м}^3$ $\lambda = 0.041\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$</p> <p>Ц.-П. ШТУКАТУРКА ПО СЕТКЕ $\gamma = 1800\text{кг/м}^3$ $\lambda = 0.76\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$</p> <p>100</p> <p>20 X 20</p>

В табл.2 приведены результаты теплотехнического расчета.

Результат теплотехнического расчета

Таблица 2

Наименование материала	Населенный пункт											
	г. Якутск			г. Мирный			г. Ленск			г. Нерюнгри		
	tшт, м	tстены, м, X	tшт, м	tшт, м	tстены, м, X	tшт, м	tшт, м	tстены, м, X	tшт, м	tшт, м	tстены, м, X	tшт, м
Пенобетон	0,02	0,65 (0,55)	0,02	0,02	0,60 (0,55)	0,02	0,02	0,60 (0,45)	0,02	0,02	0,65 (0,55)	0,02
Арболит		0,65 (0,50)			0,60 (0,50)			0,60 (0,50)			0,60 (0,50)	

Примечание: плотность пенобетона во всех вариантах равна $\rho=500\text{кг/м}^3$, плотность арболита в г. Мирный и Ленск равна $\rho=650\text{кг/м}^3$, в г. Якутск и Нерюнгри равна $\rho=600\text{кг/м}^3$.

В табл.3 показаны основные характеристики теплоэффективных блоков, использованных в расчете.

Характеристики теплоэффективных блоков

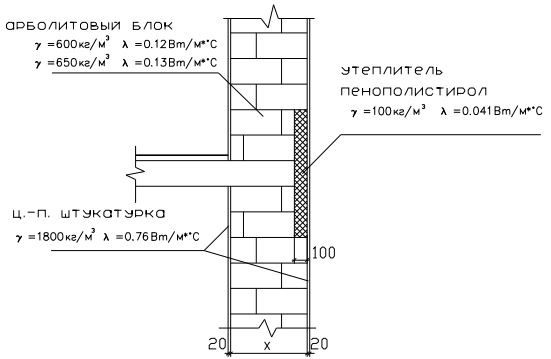
Таблица 3

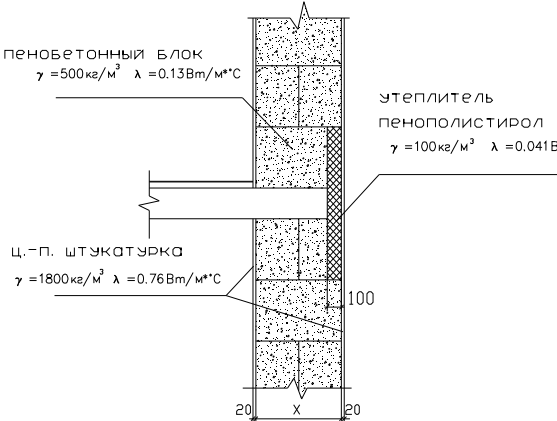
№	Материал	Плотность кг/м^3	Коэффициент теплопроводности $\text{Вт/м}\cdot\text{°C}$	Размеры В,Н,С
			По ГОСТ 19222-84	
1	Арболит	550	0,105	190x188x390 90x188x390
2	то же	600	0,12	
3	то же	650	0,13	
			По данным ООО АДС «Совби»	
4	Пенобетон	500	0,13	любой
5	то же	600	0,17	
6	то же	700	0,19	

Выполнен расчет по энергетической эффективности жилого здания на период эксплуатации по СНиП 23-02.

Категории энергетической эффективности жилого здания

таблица 4

Эскиз стены	Толщина стены, мм	Населенный пункт	Сопротивление теплопередаче R_0 , (м ² ·°C)/Вт	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания q_{hu} , кДж/(м ² ·°C·сут)	Требуемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания q_{hreq} , кДж/(м ² ·°C·сут)	Отклонения от расчетного удельного расхода тепловой энергии q_h^{des} здания, %	Категория энергетической эффективности здания по СНиП 23-02
 <p>ОРБОЛИТОВЫЙ БЛОК $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$ $\lambda = 0.12 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$ $\gamma = 650 \text{ кг/м}^3$ $\lambda = 0.13 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$</p> <p>УТЕПЛИТЕЛЬ ПЕНОПОЛИСТИРОЛ $\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$ $\lambda = 0.041 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$</p> <p>Ц.-п. ШТУКАТУРКА $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ $\lambda = 0.76 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$</p> <p>100 20 x 20</p>	600	Якутск	5,21	71,06	68,4	3,9	С
	600	Мирный	4,83	71,48	68,4	4,5	С
	600	Ленск	4,83	70,94	68,4	3,7	С
	600	Нерюнгри	5,21	70,8	68,4	3,5	С

Эскиз стены	Толщина стены, мм	Населенный пункт	Сопротивление теплопередаче $R_0, (m^2 \cdot ^\circ C) / Вт$	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания $q_{hu}, кДж / (m^2 \cdot ^\circ C \cdot сут)$	Требуемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания $q_{hreq}, кДж / (m^2 \cdot ^\circ C \cdot сут)$	Отклонения от расчетного удельного расхода тепловой энергии q_h^{des} здания, %	Категория энергетической эффективности здания по СНиП 23-02
	650	Якутск	5,21	71,06	68,4	3,9	С
	600	Мирный	4,83	71,48	68,4	4,5	С
	600	Ленск	4,83	70,94	68,4	3,7	С
	650	Нерюнгри	5,21	70,8	68,4	3,5	С