

*Денисова Ю. В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО УТЕПЛИТЕЛЯ В КОНСТРУКЦИИ НАВЕСНЫХ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ

jdenisowa@mail.ru

Технологии наружных фасадных систем утепления зданий в России, в частности в городе Белгороде, завоевали немалую популярность. Навесные фасады имеют хорошие теплотехнические характеристики, широкий спектр облицовочных материалов и возможность круглогодичного монтажа вне зависимости от климатических условий. Одним из самых актуальных вопросов в проектировании навесных вентилируемых фасадов является подбор решений для теплоизоляционного слоя. Согласно федеральному закону № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» актуальным направлением в настоящее время является вопрос повышения энергоэффективности зданий и снижения затрат на их эксплуатацию, рациональный выбор теплоизоляционного материала, материала стенового ограждения при проектировании конструкции навесного вентилируемого фасада.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, навесные вентилируемые фасады, стена, утеплитель, конструкции стенового ограждения, плотность, теплопроводность, керамзитобетонные стеновые блоки.

В настоящее время актуальным направлением является вопрос повышения энергоэффективности зданий и снижения затрат на их эксплуатацию согласно федеральному закону № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...». Исследования, посвященные этой теме, показывают, что применение систем вентилируемых фасадов повышает энергоэффективность зданий в среднем на 23 – 30%.

Технологии наружных фасадных систем утепления зданий в России, в частности в городе Белгороде, завоевали немалую популярность. Навесные фасады имеют хорошие теплотехнические характеристики, широкий спектр облицовочных материалов и возможность круглогодичного монтажа вне зависимости от климатических условий [1].

Вентилируемый фасад представляет собой конструкцию, состоящую из материалов облицовки и под облицовочной конструкции, которая крепится к стене таким образом, чтобы между облицовкой и стеной образовалась вентилируемая воздушная прослойка.

Под облицовочная конструкция может крепиться как на несущую, так и на самонесущую стену, выполненную из различных материалов, применяемых в настоящее время в строительстве. Сегодня на российском строительном рынке представлен достаточно широкий выбор различных вариантов навесных фасадных систем. Применяют вентилируемые фасады не только в новом строительстве, но и при реконструкции старых зданий.

Одним из самых актуальных вопросов в проектировании навесных вентилируемых фаса-

дов является подбор решений для теплоизоляционного слоя. Во-первых, необходимо определить какой тип теплоизоляционного материала будет использоваться в конструкции, так как немаловажное значение имеет правильность подбора плотности теплоизоляционного материала для долговечности такой конструкции; во-вторых, в зависимости от влажностного режима помещений и зоны влажности района строительства, определяют условия эксплуатации (А или Б) ограждающих конструкций, которые учитывают при выборе теплотехнических характеристик материалов (коэффициент теплопроводности λ) ограждения, а так же на основании проведения теплотехнического расчета конструкции стенового ограждения необходимо определить оптимальную конструкцию стены и толщину теплоизоляционного материала согласно назначению самого здания, а также в соответствии с теми условиями, в которых будет проходить непосредственно его эксплуатация [2].

Навесные вентилируемые фасады являются одним из лучших фасадных решений для российских климатических условий. По сравнению с другими фасадными системами, вентилируемые фасады обладают такими преимуществами, как широкие возможности по использованию современных фасадных отделочных материалов; высокая теплоизоляция и звукоизоляция; вентиляция теплоизоляционного слоя; защита стены и теплоизоляции от атмосферных воздействий; возможность проведения фасадных работ в любое время года; отсутствие специальных требований к поверхности стены; длительный безре-

монтажный срок (25-50 лет в зависимости от применяемого материала) службы [5].

Одним из неоспоримых преимуществ при применении вентилируемых фасадов является существенное снижение стоимости строительства. Решение проблемы повышения эффективности вентилируемых фасадов заключается в выборе наиболее эффективного и экономичного варианта утеплителя в конструкции наружных стен гражданских зданий.

Таким образом, актуальным направлением в настоящее время является вопрос повышения энергоэффективности зданий и снижения затрат на их эксплуатацию, рациональный выбор теплоизоляционного материала, материала стенового ограждения при проектировании конструкции навесного вентилируемого фасада.

Целью настоящей работы, проводимой в рамках научно-исследовательской работы по гранту для аспирантов и молодых научно-педагогических работников БГТУ им. В.Г. Шухова в рамках реализации мероприятий Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 годы (грант № Б-11/12), является рациональный выбор теплоизоляционного материала, материала стенового ограждения при проектировании конструкции навесного вентилируемого фасада применительно для города Белгорода, а также разработка эффективной конструкции наружной стены с вентилируемым фасадом с высокими эксплуатационными свойствами.

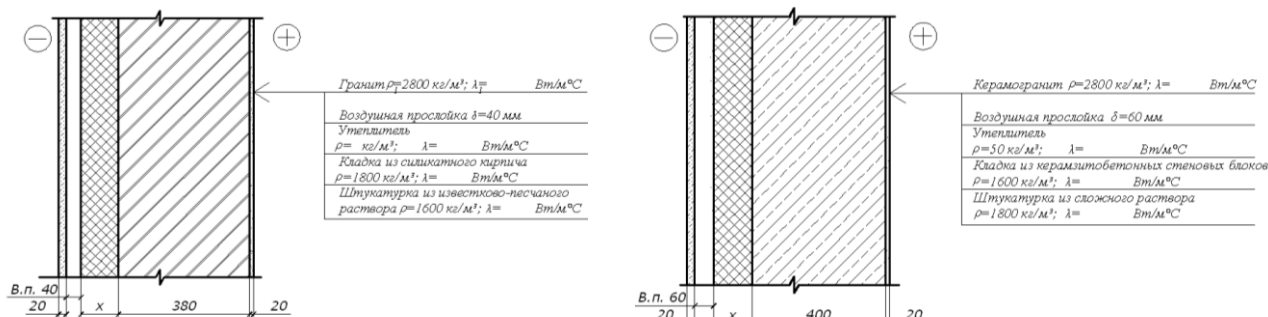


Рис. 1. Примеры выполнения конструкции стенового ограждения для стен из силикатного кирпича и из керамзитобетонных стеновых блоков

Совместное применение навесного фасада и теплоизоляционного слоя существенным образом повышают звукоизоляционные характеристики ограждающей конструкции, поскольку фасадные панели и теплоизоляция обладают звукопоглощающими свойствами в широком диапазоне частот. Вентилируемая воздушная прослойка снижает также и теплопотери в отопительный период года, так как температура воздуха в нем несколько выше, чем снаружи. Наружный экран из отделочных материалов защищает расположенный за ним слой теплоизо-

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: обоснование возможности применения вентилируемых фасадов с минераловатным утеплителем; проведение обобщения научно-технических достижений для оценки эксплуатационных свойств минераловатных утеплителей для навесных вентилируемых фасадов; сравнение вариантов утеплителей в конструкции наружных стен гражданских зданий по теплотехническим характеристикам и экономической целесообразности; определение физико-технических и экономических характеристик утеплителей, стеновых материалов. Выбор утеплителей проводится на основе сравнительного анализа показателей свойств, значимых для данной конструкции.

В вентилируемом фасаде отдельные слои конструкции располагаются следующим образом (от внутренней поверхности к наружной): ограждающая конструкция, теплоизоляция, воздушная прослойка, защитный экран. Такая схема является оптимальной, так как слои различных материалов до воздушной прослойки располагаются по мере уменьшения коэффициентов теплопроводности и увеличения коэффициентов паропроницаемости. Наличие вентилируемой воздушной прослойки способно существенно улучшить влажностное состояние слоя теплоизоляции, что является преимуществом рассматриваемой конструкции по сравнению с другими.

Летом он выполняет функцию солнцезащитного экрана, отражающего значительную часть падающего на него потока лучистой энергии.

Главная задача теплоизоляционного слоя – обеспечение заданных теплозащитных свойств конструкции в течение заданного времени при заданных условиях эксплуатации. Отсюда и тот факт, что коэффициент теплопроводности является главной характеристикой теплоизоляционных материалов [2]. Однако, только сравнения

этих коэффициентов для различных утеплителей недостаточно. Выбор утеплителей проводится на основе сравнительного анализа показателей свойств, значимых для данной конструкции - значения коэффициентов теплопроводности и паропроницаемости, которые входят в расчет влажностного режима любой конструкции. Важен также и такой параметр, как воздухопроницаемость материала. Существенным является сочетание различных свойств в одном материале.

Кроме того, при устройстве конструкции с вентилируемым зазором материал должен как можно плотнее примыкать к несущей стене, обходя возможные неровности поверхности без образования щелей между утеплителем и стеной. Реализовать эту задачу позволяют такие механические характеристики как упругость, сжимаемость и гибкость теплоизоляционного материала. По этим показателям утеплители из упругого штапельного стекловолокна обладают преимуществом перед более жесткими плитами. Также утеплитель в такой стеновой конструкции должен сопротивляться отрыву слоев и обладать необходимой прочностью для крепления в конструкции.

Для наилучшего соответствия комплексу требований к теплоизоляции в навесных вентилируемых фасадах на рынке строительных материалов имеются двухслойные теплоизоляционные материалы. Двухслойное решение позволяет получить дополнительный экономический эффект. Основная толщина теплоизоляционного слоя содержит более легкий, а значит менее дорогой продукт, и только в качестве наружного слоя используется более плотная плита с ветро-

защитным покрытием. В результате получается конструкция с внутренним слоем, который надежно примыкает к поверхности стены без образования полостей и разрывов. Этот слой гарантирует защиту от проникновения холодного воздуха, а наружный слой, обладает большей прочностью и менее требователен к качеству монтажа.

Одним из важных критериев выбора теплоизоляционных материалов для навесных вентилируемых фасадов является показатель прочности материала.

Критериями надежности утеплителей являются показатели свойств, определяющие надежность всей конструкции по сохранению теплозащитных свойств в условиях эксплуатации в течение заданного времени. Для теплоизоляционных слоев всех без исключения конструкций крайне важно сохранение сплошности слоя. Не менее важно и сохранение первоначальной толщины в течение всего срока службы конструкции [3]. На данном этапе проводятся экспериментальные работы по выявлению изменения толщины утеплителей в стеновой конструкции гражданских зданий с течением времени и в зависимости от атмосферных осадков и климатических условий.

На основании теплотехнического расчета произведен подбор эффективного утеплителя в системе фасада с воздушным зазором общественного здания в г. Белгороде. Для расчета на первом этапе были предложены 3 вида утеплителей: пенопласт ПХВ-1, экструзионный пенополистирол «Пеноплэкс», маты из стеклянного штапельного волокна «URSA».

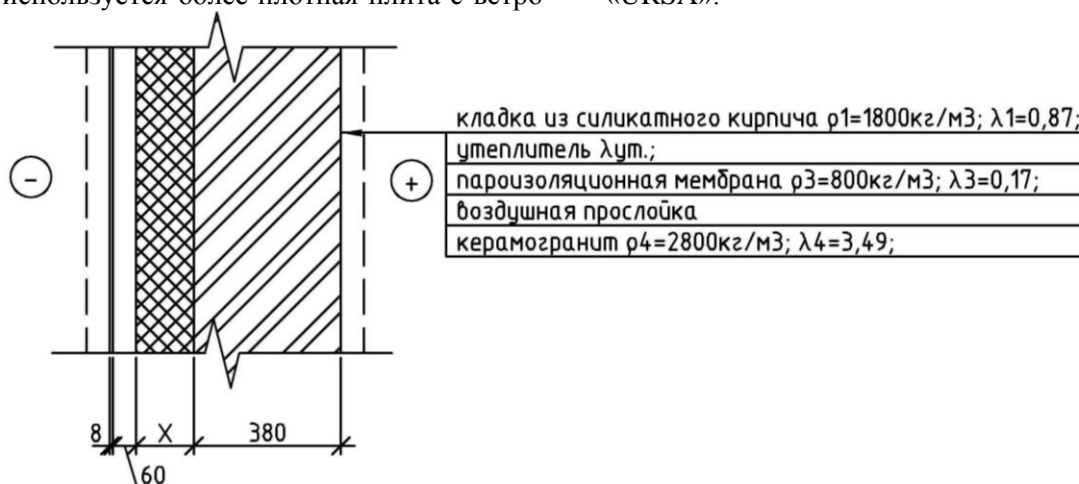


Рис. 2. Схема ограждающей конструкции

Таким образом, исходя из данных теплотехнического расчета стены вентилируемого навесного фасада с утеплением из трех различных материалов к строительству предлагается: толщина утеплителя ПХВ-1

($\lambda=0,06\text{Вт/м}^\circ\text{C}$) - 210 мм; толщина утеплителя из экструзионного пенополистирола «Пеноплэкс» ($\lambda=0,030\text{Вт/м}^\circ\text{C}$) - 110 мм; толщина утеплителя из матов стеклянного штапельного волокна «URSA» ($\lambda=0,043\text{Вт/м}^\circ\text{C}$) - 150 мм); наиболее

эффективными видами утеплителя являются экструзионный пенополистирол «Пеноплекс» и утеплитель из матов стеклянного штапельного волокна «URSA».

При выборе утеплителя для системы навесных вентилируемых фасадов следует руководствоваться рядом критериев выбора: физико-техническими характеристиками предлагаемых материалов, их пожаробезопасностью и высокой степенью экологичности. Низкая степень экологичности утеплителя из экструзионного пенополистирола ограничивает его применение. При выборе материала для теплоизоляционного слоя важным требованием является его негорючесть (принадлежность к классу НГ), поскольку сама конструкция навесной системы подразумевает ее повышенную пожарную опасность (в случае возгорания в конструкции возникает эффект тяги, способствующий распространению пламени) [3].

Таким образом, список допустимых теплоизоляционных материалов ограничивается волокнистыми материалами на основе каменной ваты или штапельного стекловолокна. Причем стоит учитывать, что из-за особенностей струк-

туры к классу НГ относятся марки стекловаты с плотностью не более 30-40 кг/м³.

В настоящее время для устройства теплоизоляционного слоя существует два решения: однослойное и двухслойное. Для однослойных решений рекомендована плотность материала не менее 80 кг/м³. Для двухслойных – плотность не менее 30 кг/м³ для внутреннего слоя и не менее 80 кг/м³ для внешнего (толщиной не менее 50 мм) [2]. Причем в обоих случаях обязательно применение паропроницаемых ветрозащитных пленок. Они не только сокращают теплопотери (от конвективного переноса в толще материала), но и предотвращают «выдувание» утеплителя, при котором происходит расслоение материала на волокна и утрата им теплозащитных свойств [5].

При выборе утеплителя для системы навесных вентилируемых фасадов были выбраны еще несколько теплоизоляционных материалов – это теплоизоляционные плиты ISOVENT, URSA GLASSWOOL ФАСАД и ТЕХНОВЕНТ. Проведены исследования физико-технических характеристик всех вышеперечисленных теплоизоляционных материалов согласно действующим нормам (таблица 1).

Таблица 1

Физико-технические и экономические характеристики утеплителей

Утеплитель	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Плотность ρ кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ Вт/м·°С	Наличие ветрозащитного покрытия	Степень горючести	Цена за м ³ утеплителя, руб.
								Цена за м ³ утеплителя с учетом ветрозащитной пленки, руб.*
URSA GLASSWOOL ФАСАД	1250	600	100	35	0,040	+	Г1	2798,00 ¹
ИЗОВЕНТ (ISOVENT, ISOROC-VF)	1000	500	90	90	0,042	–	НГ	2772,00 ¹
								3245,00
ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ (ТехноНИКОЛЬ)	1200	600	90	72	0,043	–	НГ	3350,00 ¹
								3823,00

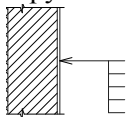
Выполнены расчеты теплотехнического обоснования трех вариантов конструкций наружных стен и определена их стоимость возведения по укрупненным показателям. В выборе оптимального варианта теплоизоляционного материала в конструкции наружных стен при сопоставимости теплотехнических характеристик рассматриваемых вариантов утеплителя определяющими в данном проекте являются критерии экономической целесообразности и безопасности.

Утеплитель URSA GLASSWOOL ФАСАД выпускается фирмой производителем толщиной 5 и 10 см, следовательно согласно расчету принимаем толщину утеплителя 10 см. Утеп-

лители ИЗОВЕНТ (ISOVENT, ISOROC-VF) и ТЕХНОВЕНТ стандарт (ТЕХНОНИКОЛЬ) согласно расчету принимаем толщиной 9 см [2].

В результате проведенных расчетов все представленные теплоизоляционные материалы обладают подобными теплотехническими свойствами. Так как утеплители ТЕХНОВЕНТ и ИЗОВЕНТ не имеют ветрозащитного покрытия, то их применение потребует дополнительных затрат на ветрозащитную пленку, а так же трудозатрат на ее монтаж. В качестве ветрозащитного покрытия применяем Tyvek Housewrap – нетканый материал из 100% ПЭ. Важным критерием при выборе теплоизоляционных материалов является их степень горючести, способность к дымообразованию и

выделению токсичных газов при горении. К пожарной безопасности конструкций с вентилируемым фасадом предъявляются жесткие требования, так как в среде движущегося воздуха пламя распространяется моментально. Утеплитель Ursa glasswool фасад является слабо горючим материалом (степень горючести Г1), поэтому его применение в конструкции наружных стен нежелательно.



1
2
3
4
5

Рис. 3. Расчетная схема стены:

- 1 – керамогранит, $\gamma_1=2800 \text{ кг/м}^3$, $\delta_1=20\text{мм}$, $\lambda_1=3,49 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$; 2 – воздушная прослойка, $R_2=0,15 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$; 3 – утеплитель;
а – утеплитель URSA GLASSWOOL ФАСАД, $\gamma_3=35 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_3=0,040 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$;
б – утеплитель ИЗОВЕНТ (ISOVENT, ISOROC-VF), $\gamma_3=90 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_3=0,042 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$;
в – утеплитель ТЕХНОВЕНТ стандарт (ТЕХНОНИКОЛЬ), $\gamma_3=72 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_3=0,043 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$;
4 – кирпичная кладка, $\gamma_4=1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta_4=380\text{мм}$, $\lambda_4=0,87 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$; 5 – цементно-песчаный раствор, $\gamma_5=1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta_5=20\text{мм}$, $\lambda_5=0,76 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$.

Таким образом, в ходе сравнения утеплителей по основным критериям видно, что наиболее целесообразным является применение утеплителя ИЗОВЕНТ (ISOVENT, ISOROC-VF).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маклакова Т.Г. Конструкции гражданских зданий: учебник / Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова. – М.: Изд-во АСВ, 2000. 380 с.
2. СП 23-101-2000. Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: Госстрой России, 2000. 86 с.
3. Бобров Ю.Л. Теплоизоляционные материалы и конструкции: Учебник для средних профессионально-технических учебных заведений / Ю.Л. Бобров, Е.Г. Овчаренко, Б.М. Шойхет, Е.Ю. Пегухова – М.: ИНФРА-М, 2003. 268 с.
4. Ватин Н.И. Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем / Н.И. Ватин // Кровельные и изоляционные материалы. – 2007. – №6(36). – С. 34-36.
5. Федосов С.В. Применение теории теплопереноса при решении практических задач строительства. Как правильно выбрать теплоизоляцию, или ПЕНОПЛЭКС® на 5+ // Строительные материалы и технологии XXI в. 2010. №9. С 140-141.
6. Смоляго Г. А. Возможности совершенствования качеств наружных стен при возведении и эксплуатации малоэтажных «пассивных» домов / Г. А. Смоляго, А. В. Дронова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 2. С. 12–15.
7. Пучка О. В. Композиционный теплоизоляционный материал с защитно-декоративным покрытием по лицевой поверхности / О.В. Пучка, Н.И. Минько, М.Н. Степанова // Стекло и керамика. 2009. №2. С.3-5.