

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

УДК 698

DOI: 10.17673/Vestnik.2017.02.1

К.А. НЕТИШИНА

Г.Н. РЯЗАНОВА

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОЗВЕДЕНИЯ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ

CRITERIA FOR EVALUATION OF VENTILATED FACES QUALITY

Описан подход к вероятностному и физическому моделированию надежности ограждающих конструкций зданий, учитывающий температурно-влажностные условия, условия эксплуатации, параметры нагрузок конструктивных элементов, индексы надежности и вероятность отказов. В качестве главного параметра надежности взята долговечность (срок эксплуатации). Продемонстрировано воздействие на долговечность строительных конструкций климатических и техногенных факторов. Показано, что вентилируемые фасады – это современное конструктивное решение, которое можно использовать как для новых зданий, так и при восстановлении старых.

Ключевые слова: ограждающие конструкции, надежность, вентилируемый фасад, фасадные системы, строительство, реконструкция

The article describes an approach to probabilistic and physical modeling of walling reliability taking into account temperature, moisture and operation conditions, structural elements load specification, reliability indicators and failure probability. The durability (service life) is taken as the main reliability indicator. The man-made and climatic impact on building construction durability is studied. It is proved that ventilated faces are a modern design solution for construction of new buildings as well as reconstruction.

Keywords: walling, reliability, ventilated face, face system, building, reconstruction

Навесные вентилируемые ограждения известны в России относительно недавно, в то время как в некоторых странах (таких как Германия, Финляндия) имеется уже относительно большой опыт их применения: в общественных, административных и промышленных зданиях, а также при реставрации домов массовой застройки [1–7]. Характерной особенностью конструкций наружных стен с теплоизоляционными фасадами с вентилируемой воздушной прослойкой (вентилируемыми фасадами) является то, что утеплитель защищен от атмосферных осадков облицовкой на откосе.

Навесные фасады в России сразу же приобрели популярность не только среди архитекторов и строителей, но и среди заказчиков. И на это имеется множество оснований.

Вентилируемый фасад – конструкция, которая состоит из облицовочных материалов (листовые материалы, плиты) и под облицовочной конструкции, крепящейся к стене так, чтобы между облицовкой и ограждением сформировалось вентилируемое пространство. Между стеной и облицовкой возможно разместить слой теплоизоляции для дополнитель-

ного утепления – в таком случае воздушное пространство создается между облицовкой и теплоизоляцией [8–10].

Крепление под облицовочной конструкции возможно не только на несущую, но и на самонесущую стену, материалы которой могут быть самыми разными (бетон, кирпич). Вентилируемые фасады находят применение как в строительстве новых зданий, так и при восстановлении старых.

Использование навесных вентилируемых фасадов придает зданию не только эстетический вид, но также совершенствует теплозащитные показатели стен и защищает их от негативных воздействий атмосферы.

В навесном фасаде отдельные слои конструкции располагаются в следующем порядке (от внутренней поверхности к наружной): ограждающая конструкция (стена), теплоизоляция, воздушная прослойка, защитный экран. Данная схема является наилучшей, так как слои различных материалов до воздушной прослойки располагаются в порядке уменьшения коэффициентов теплопроводности и увеличения коэффициентов паропроницаемости. Присутствие

вентилируемого зазора может существенно усовершенствовать влажностное состояние слоя теплоизоляции, что является преимуществом анализируемой конструкции в сопоставлении с другими.

Установка дополнительной теплоизоляции снаружи также защищает стену от попеременного замерзания и оттаивания. Выравниваются температурные колебания поверхности стены, препятствующие появлению деформаций, в особенности нежелательных при возведении крупнопанельных домов. Наружный теплоизоляционный слой граничит с воздушным пространством, в этот слой и сдвигается зона конденсации [11,12].

Дополнительное достоинство наружной теплоизоляции – это увеличение теплоаккумулирующей способности поверхности стены. При выключении источника теплоснабжения стена из кирпича будет остывать гораздо медленнее, чем при внутренней теплоизоляции одинаковой толщины. Монтаж наружной теплоизоляции позволяет также уменьшить расходы на косметический ремонт дефекта стен.

Совместное использование вентиляруемого фасада и теплоизоляции увеличивает звукоизоляционные характеристики ограждения, так как фасадные панели и теплоизоляция имеют звукопоглощающие свойства в широком диапазоне частот (к примеру, звукоизоляция стены из легкого бетона увеличивается в два раза при проектировании навесного фасада с применением отделочных панелей).

Принципиальное отличие вентиляруемого фасада от других заключается в том, что присутствует воздушное пространство, благодаря которому в окружающую среду без затруднений убирается внутренняя влага.

При проектировании вентиляруемого фасада должное внимание стоит уделять вероятности свободной циркуляции воздуха в вентиляруемом промежутке. При строительстве высотных зданий необходимо рассчитывать свободный поток воздуха в воздушном пространстве так, чтобы был соблюден баланс, который обеспечивает эффективный и беспрепятственный поток воздуха по всей внутренней поверхности стены.

Вентилируемый воздушный зазор также уменьшает теплопотери в период отопления, так как в нем температура воздуха выше, чем снаружи. От негативных атмосферных воздействий стену и слой теплоизоляции защищает наружный экран из отделочных материалов. Летом он выполняет солнцезащитную функцию, отражает существенное количество солнечных лучей [13, 14].

Вентилируемый фасад имеет возможность компенсировать термические деформации, которые возникают в связи с сезонными и суточными перепадами температур, благодаря специальной схеме монтажа навесного фасада к стене. Это поможет избежать внутренних напряжений в облицовочном материале и материале стены, что исклю-

чит разрушение облицовочных материалов и появление трещин.

Для обеспечения пожарной безопасности в систему вентиляруемых фасадов включаются трудносгораемые или несгораемые изделия и материалы, которые препятствуют распространению огня. Следуя существующим рекомендациям, системы навесных фасадов должны пройти необходимые пожарные испытания, исходя из которых назначается максимальная высота фасада и устанавливается его пожарная пригодность.

Основные преимущества навесных фасадов заключаются в следующем:

- большое количество современных материалов отделки фасада;
- высокая звуко- и теплоизоляция;
- вентиляция теплоизоляционного слоя – влага удаляется благодаря удалению водяного пара изнутри здания;
- защита стен и теплоизоляции от негативных воздействий атмосферы;
- нивелирование термических деформаций;
- проведение фасадных работ в любое время года, так как исключаются «мокрые» процессы;
- исключение предварительного выравнивания несущей стены, более того, сам фасад позволяет выравнивать неровности и дефекты поверхности, что с использованием штукатурки произвести зачастую сложно и дорого;
- долгий срок эксплуатации без ремонта (25-50 лет в зависимости от используемого материала).

В результате данного исследования можно сделать вывод, что вентиляруемый фасад – современное конструктивное решение, применяемое не только при возведении новых зданий и сооружений, но и при реконструкции старых.

Рассмотрим элементы вентиляруемого фасада.

Подоблицовочные конструкции. Данная конструкция состоит из кронштейнов и несущих профилей. Кронштейны фиксируются к стене, на них устанавливаются несущие профили, на профили крепятся плиты (листы) облицовки с помощью специальных крепежных элементов. На наружную поверхность стены с помощью специальных профилей, дюбелей и т.д. крепится утеплитель.

Важнейшая функция подоблицовочных конструкций – прочно закрепить облицовочные плиты и теплоизоляцию к стене так, чтобы между отделочной панелью и теплоизоляцией сохранился вентиляруемый воздушный промежуток. В этом случае исключены клеевые и прочие «мокрые» процессы, а все соединения исполняются механически.

Подоблицовочная конструкция имеет: значительную степень устойчивости к воздействию ветровых нагрузок; достаточную прочность при действии

нагрузки от веса облицовки; устойчивость при коррозии; определенную подвижность узлов для выдерживания динамических (ветер, температурные перепады и т.д.) и статических (собственный вес конструкции, который включает в себя вес панелей и утеплителя) нагрузок; возможность выравнивания стен; легкость и высокую скорость монтажа и др.

Стоит заострить внимание на еще одном немаловажном моменте. В настоящее время российский уровень качества строительства пока не достиг стандартов Запада, поэтому при возведении навесных фасадов приходится сталкиваться с проблемами, которые не знакомы западным производителям (например, неровные стены). В результате западную систему приходится приспособлять к российским условиям.

По вышеперечисленным требованиям заметно, насколько сложной частью фасада является под облицовочная конструкция. Поэтому каждая серьезная система запатентована и проходит серьезнейшую проверку. Подконструкция не может быть одинаковой для всех типов зданий. Для того чтобы подобрать и рассчитать требуемую номенклатуру изделий, ведущие фирмы требуют от заказчика выдать такие данные, как климатический район застройки (по СП 2.01.07-85*), высота и конфигурация здания, вид материала несущей стены, местонахождение (пустырь, плотная застройка и т.п.), тип облицовки и способ ее крепления (видимый, невидимый), толщина и тип утеплителя и т.п.

Расчет несущей способности конструкций факхверка является причиной того, что более целесообразно материал наружных стен заменить с недорогого некачественного материала на материал подороже и более высокого качества. Особенно это касается зданий выше 40 м. В этом случае из-за недостаточной несущей способности ограждения приходится устанавливать кронштейны на более дорогие анкеры и гораздо чаще.

И только рассмотрев все эти условия и произведя соответствующий расчет, можно подобрать требуемую номенклатуру изделий для конкретного фасада здания и составить калькуляцию (стоимость под облицовочной конструкции). Особо важным моментом является то, что расчет конструкций вентилируемого фасада должен быть выполнен только специалистами.

Анкерные крепления. Это основные элементы конструкции, обеспечивающие механическое крепление кронштейнов к стене. К анкерам предъявляются очень высокие требования. Диаметры анкеров (дюбелей и шурупов), глубина их заделки подбираются в зависимости от усилий, действующих на кронштейн крепления конструкции к стене.

Теплоизоляция. Утеплитель, который используют для навесных вентилируемых фасадов, должен обладать следующими качествами:

- быть долговечным;
- являться биологически стойким;

- иметь разрешение органов пожарного надзора на применение материала в вентилируемых фасадах;
- иметь стабильную форму, монтироваться сплошным слоем, исключая возникновение «мостов холода»;
- обладать высокими теплоизолирующими характеристиками;
- не препятствовать проникновению водяного пара в воздушное пространство, чтобы предотвратить скопление в системе конденсата;
- иметь устойчивость к ветру;
- не быть агрессивным к металлу под облицовочной конструкцией;
- отвечать требованиям ГОСТ 9573-96 «Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия» в части жесткости использования материала.

Утеплителями в вентилируемом фасаде выбирают жесткие плиты, сделанные из влагостойкой и водоотталкивающей минеральной ваты или стекловаты, так как они являются неблагоприятной средой для возникновения плесневых или других грибков и имеют шумопоглощающие свойства.

В воздушном зазоре системы могут возникнуть мощнейшие воздушные потоки, поэтому, выбирая теплоизоляционный материал, следует обратить внимание на возможность возникновения вибрации.

Облицовочные изделия. Материалы облицовки выполняют защитную и декоративную функции. Они защищают утеплитель, под облицовочную конструкцию и стену сооружения от дефектов и повреждений, от негативных воздействий атмосферы. Также облицовочные панели придают зданию эстетический вид.

Сегодня имеется огромный выбор облицовочных изделий. Их отличие – во внешнем виде, размере, материале, типе крепления, в цене и т.д.

Материалы, из которых изготавливаются облицовочные изделия (панели), это – металл, бетон, керамогранит, декоративные стекла со специальным покрытием и т.д. У облицовочных изделий возможна имитация натуральных материалов – камня, дерева. Или наоборот, они могут подчеркнуть современные тенденции благодаря использованию металла, цвета, фактуры и т.д.

Облицовочные изделия могут фиксироваться к под облицовочной конструкции с помощью видимых или невидимых крепежных элементов. При этом перевязки между панелями могут быть вертикальными или горизонтальными.

Огромное разнообразие материалов для отделки навесных вентилируемых фасадов дает архитектору бесконечный выбор решения эстетических задач.

Проблемы, возникающие при проектировании и возведении навесных фасадов:

1. Вентилируемые фасады – это фасады из штучных материалов. Если междуоконные расстояния (по вертикали и горизонтали) различны – это намного заметнее, чем при оштукатуривании фасадов, так как видна «пошаговость» облицовки. Кроме того, данный фактор приводит к резкому подорожанию в связи с увеличением количества подрезки плиток.
2. Материал стены. Иногда при закладывании стеновых проемов применяют сильнопористые материалы с небольшой несущей способностью анкерных креплений при действии продольных и поперечных сил относительно оси анкера, тем самым совершая большую ошибку. Использование этих материалов нецелесообразно по экономическим соображениям, так как их тепловая эффективность меньше, чем, например, минеральной ваты.
3. Благодаря воздушному промежутку и утеплителю, наружная облицовка выполняет роль акустического экрана для наружных звуков. При этом не стоит забывать, что сам зазор имеет свойство акустической трубы и каждый звук в самом зазоре будет распространяться почти по всему фасаду (в пределах одной плоскости). Изначально это касается пароизоляционной мембраны. Сегодня допустимы два решения. Первое – это использование утеплителей с приклеенной мембраной (кашированные) и второе – мембрана натягивается при монтаже прямо на стене цельными холстами. Второй вариант менее целесообразен, так как натягивание мембраны без образования «хлопков» почти нереально. Поэтому «хлопки» будут слышны на большой площади.
4. Использование алюминиевых крепежных систем кажется очень заманчивым, но присутствуют некоторые проблемы:
 - Температура плавления алюминия 630-670 °С (зависит от того, какой сплав). При пожаре температура на внутренней поверхности плитки (по результатам испытаний Центра противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко) может достигнуть 750 °С. Это приводит к расплавлению подконструкции и обрушению части фасада (в зоне оконных проемов). Для решения данного вопроса нужны специальные процедуры (например, использование защитных экранов, стальных элементов вместо алюминиевых, а также особой конструкции оконных обрамлений и т.д.). Это может привести не только к образованию гальванических пар и подорожанию системы, но и к потере многих достоинств систем крепления из алюминия.
 - Несущая способность алюминия и его сплавов тоже бывает различной.
 - Приведенное сопротивление теплопередаче стены. Данный параметр выражает теплозащитные свойства стены и нормируется СП II-3-79*. Чтобы посчитать этот параметр, необходимо условное сопротивление теплопередаче стены (без учета теплопроводных включений) умножить на коэффициент теплотехнической однородности (не может быть больше единицы). Этот коэффициент определен влиянием теплопроводных включений и показывает эффективность использования теплоизоляции – чем он меньше, тем больше требуется толщина теплоизоляции для обеспечения нужного сопротивления теплопередаче стены. Утеплитель при вентилируемом фасаде пронизывает неоднородные металлические включения. И чем они массивнее, чем больше коэффициент теплопроводности металла, чем больше их количество и площадь сечения, приходящаяся на 1 м² стены, – тем больше необходим слой утеплителя.
5. Применение облицовки из мелких штучных материалов. Кажется, что это решение приводит к уменьшению стоимости фасада (например, стоимость керамогранита размером 600х600 мм составляет приблизительно 21-26 \$, а 300х300 – около 11-15 \$. Однако использование более мелких деталей, чем 600х600 мм, приводит к повышению количества «железа» на фасаде примерно в 1,7 раза. Это на 80 % снижает экономию при покупке облицовки. Учитывая проблемы, указанные в п.4, этот способ вряд ли будет дешевле.
6. У некоторых навесных фасадов имеется один изъян: при ветре они свистят или гудят. В основном это случается в местах завихрений ветровых потоков. Использование маленьких (4 мм) зазоров между облицовочными плитками заметно уменьшает вероятность такого недостатка.

Вентилируемый фасад – весьма ответственная инженерная система. В основном за техническое проектирование этих фасадов берутся серьезные производители, так как некоторые нюансы не могут быть учтены проектировщиками «общего профиля». Фирма-производитель должна иметь свою проектную группу, а в идеале лицензию на проектирование.

Выводы. Вентилируемые фасады – сложные конструкции, в которых используются разные по своим свойствам материалы. Ошибки при возведении таких систем, кажущиеся, порой, несерьезными, могут иметь значительные последствия. Выше приведены некоторые ошибки, которые касаются тепло-

физических аспектов. Не стоит забывать, что кроме теплофизических проблем существуют и другие (например, коррозионные, прочностные и т.д.). Их решение необходимо для надежного и долгосрочного использования вентилируемых фасадов зданий. Проектируя вентилируемый фасад, стоит учесть взаимное влияние многих аспектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вытчиков Ю.С.* Определение плоскости конденсации для многослойных ограждающих конструкций // *Строительные материалы*. 2006. № 4. С.92–94.
2. *Вытчиков Ю.С., Беляков И.Г., Белякова Е.А.* Повышение энергоэффективности реконструируемых жилых зданий // *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века*. 2008. №1. С. 62–63.
3. *Бакрунов Г.А., Вытчиков Ю.С.* Теплозащита зданий и сооружений / СГАСУ. Самара, 2004.
4. *Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е.* Повышение теплозащитных характеристик строительных ограждающих конструкций зданий и сооружений культурного и исторического наследия // *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. №3. С. 52–55.
5. *Вытчиков Ю.С., Беляков И.Г., Нохрина Е.Н.* Утепление фасадов зданий при капитальном ремонте существующего жилого фонда Самарской области // *Градостроительство и архитектура*. 2014. №3 (16). С. 103–110. DOI: 10.17673/Vestnik.2014.03.18.
6. *Рязанова Г. Н., Камбург В. Г.* Совершенствование технологии возведения ограждающих конструкций в несъемной опалубке. Пенза: ПГУАС, 2010. 168 с.
7. *Бобров Ю. Л., Овчаренко Е. Г., Шойхет Б. М., Петухова Е. Ю.* Теплоизоляционные материалы и конструкции. М.: ИНФРА-М, 2010. 266 с.
8. *Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю.* Расчет теплозащиты фасадов с вентилируемым воздушным зазором // *АВОК*. 2004. № 2. С. 38–45.
9. *Гагарин В. Г.* Теплофизические проблемы современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий // *Архитектура и строительство*. 2009. №5. С. 297–305.
10. *Вытчиков Ю.С., Сидорова А.В.* Экспериментальное исследование воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях // *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре / СГАСУ*. Самара, 2013. С. 284–286.
11. *Вытчиков Ю.С., Черенева А.В.* Экспериментальный метод определения воздухопроницаемости строительного материала // *Повышение энергоэффективности зданий и сооружений: межвузовский сборник научных трудов*. Вып. 6 / СГАСУ. Самара, 2011. С. 38–51.
12. *Вытчиков Ю.С., Черенева А.В.* Исследование воздухопроницаемости «теплой» штукатурки на цементно-перлитовой основе // *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре / СГАСУ*. Самара, 2012. С. 304–306.
13. *Вытчиков Ю.С., Беляков И.Г.* Математическое моделирование теплозащитных характеристик стеновых камней из беспесчаного керамзитобетона // *Градостроительство и архитектура* 2013. №4 (12). С. 82–86. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.04.14.
14. *Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е.* Математическое моделирование стационарного теплообмена в утепленных ограждающих конструкциях с применением экранной теплоизоляции // *Научное обозрение*. 2015. №7. С. 53–57.
15. *Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е.* Определение теплозащитных характеристик керамических теплоизоляционных покрытий // *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре / СГАСУ*. Самара, 2012. С. 277 – 280.

Об авторах:

НЕТИШИНА Кристина Андреевна

магистрант кафедры технологии и организации строительного производства
Самарский государственный технический университет
Архитектурно-строительный институт
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846) 339-14-93
E-mail: sgasu.tosp@yandex.ru

РЯЗАНОВА Галина Николаевна

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительного производства
Самарский государственный технический университет
Архитектурно-строительный институт
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846) 339-14-93
E-mail: sgasu.tosp@yandex.ru

NETISHINA Kristina A.

Master's Degree Student of the Technology and Organization of Construction Operations Chair
Samara State Technical University
Institute of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846) 339-14-93
E-mail: sgasu.tosp@yandex.ru

RYAZANOVA Galina N.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Technology and Organization of Construction Operations Chair
Samara State Technical University
Institute of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846) 339-14-93
E-mail: sgasu.tosp@yandex.ru

Для цитирования: *Нетишина К.А., Рязанова Г.Н.* Критерии оценки качества возведения вентилируемых фасадов // *Градостроительство и архитектура*. 2017. Т.7, №2. С. 4-8. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.02.1.
For citation: *Netishina K.A., Ryzanov G.N.* Criteria for evaluation of ventilated faces quality // *Urban Construction and Architecture*. 2017. V.7, 2. Pp. 4-8. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.02.1.