



Навесные вентилируемые фасады (НВФ) — многогранное и динамично развивающееся направление строительства и архитектуры. Сегодня на рынке присутствует множество фирм, предлагающих услуги по комплектации и монтажу НВФ. Для того чтобы осознанно выбрать материалы и производителя работ, необходимо разобраться в некоторых ключевых аспектах устройства НВФ.

Некоторые аспекты устройства ВЕНТИЛИРУЕМОГО ФАСАДА

А.А. Панкрушин,
генеральный директор
ООО «ДиатСпецМонтаж»

Теплофизика НВФ

Наличие воздушного зазора «выводит» точку росы из утеплителя, так как позволяет беспрепятственно диффундировать водяному пару из ограждающей конструкции в наружный воздух в холодное время года. Учитывая климатические условия основной части России (за год через 1 м² ограждающей конструкции может проходить до 1 л воды в парообразном состоянии), НВФ оптимальны с позиции повышения долговечности и теплоизоляционных характеристик ограждающей конструкции.

Но при теплотехническом расчете конструкции НВФ необходимо учитывать наличие мостиков холода в виде кронштейнов, пронизывающих теплоизоляцию и снижающих сопротивление теплопередаче ограждения. Величина этого снижения определяется коэффициентом теплотехнической однородности g и зависит от материала кронштейна, площади его поперечного сечения и частоты установки. Предпочтительнее, в этом плане, стальные кронштейны. Предел прочности стали выше, чем у алюминия, что позволяет снизить площадь поперечного сечения кронштейна и определяет, в сочетании с более низкой теплопроводностью стали (40 Вт/(м·°C) против алюминиевого сплава (220 Вт/(м·°C)), высокое значение коэффициента теплотехнической однородности стальных систем ($r_{ст.} = 0,8–0,9$) по сравнению с алюминиевыми ($r_{ал.} = 0,6–0,7$) [1].

Например, для Москвы уменьшение коэффициента теплотехнической однородности с 0,9 до 0,7 потребует увеличения сопротивления теплопередаче по глади ограждающей конструкции на $3,13/0,7–3,13/0,9=1,0$ (м²·°C)/Вт, то есть толщина утеплителя должна быть увеличена (при

$\lambda_{ут}=0,045$ Вт/(м·°C)) почти на 5 см ($1,0 \cdot 0,045=0,045$ м).

При этом по данным расчетов [1] теплоизоляционные прокладки под кронштейн, вследствие их малой толщины (3–8 мм) и высокой (относительно утеплителя) теплопроводности, снижают теплопотери всего на 1–2%. Но применение прокладок требуется с позиции коррозионной стойкости систем НВФ, чтобы исключить прямой контакт металла кронштейна и щелочной среды несущего основания.

Требует дополнительных исследований вопрос температуры в зоне крепления в несущем основании анкеров и анкерных дюбелей, особенно для стен из материала с низкой несущей способностью (пенобетон, щелевой кирпич и др.). По предварительным расчетам, при применении алюминиевых кронштейнов, крепеж работает в зоне знакопеременных температур, где возможна конденсация влаги с последующим замерзанием, что будет постепенно разрушать материал конструктивного слоя стены вокруг крепежа и соответственно снижать его несущую способность. Не исследовано влияние этого процесса и на долговечность самого крепежа.

На сегодня отсутствует единая методика оценки долговечности минераловатной теплоизоляции и недостаточно изучены процессы, происходящие в воздушном зазоре. По этой причине обязательным требованием является защита утеплителя гидроветрозакитной мембраной. Ее предназначение — защищать утеплитель от увлажнения жидкой влагой, проникающей через зазоры в облицовке во время косого дождя, и предотвращать выдувание волокон минераловатной теплоизоляции в результате движения воздуха в воздушном зазоре. Также обяза-

тельная установка мембраны требуется при большом промежутке времени между монтажом утеплителя и облицовки, то есть когда утеплитель долгое время остается открытым.

Разрешенная к применению в системах НВФ мембрана изготавливается из полиэтилена высокой очистки, поэтому требует аккуратного обращения во время монтажа с точки зрения пожарной безопасности.

Требования пожарной безопасности

К сожалению, многие заказчики и производители работ надеются «на авось» и не осознают в полной мере материальную и уголовную ответственность за несоблюдение требований пожарной безопасности при проектировании и монтаже НВФ. Однако, несмотря на относительно малый срок широкого применения НВФ в России, уже имеется несколько случаев частичного или полного выгорания НВФ с обрушением облицовочных материалов в зону эвакуации людей. *Для справки: плита керамического гранита размером 600х600х10 мм весит 8–9 кг.*

На сегодняшний день Центром противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко на 2-этажном фрагменте стены проведено около 50 огневых испытаний систем НВФ с применением различных теплоизоляционных и облицовочных материалов. Наиболее проблемными показали себя элементы из алюминиевых сплавов и пластика.

При пожаре температура на фасаде достигает 900°C, а температура плавления алюминиевых сплавов 650°C. Поэтому системы НВФ из алюминиевых сплавов, а также стальные системы в сочетании с облицовочным материалом из алюми-

ниевого сплава успешно проходят эти испытания только при условии проведения дополнительных мероприятий. В их число может входить увеличение выступа оконных обрамлений за плоскость фасада до 35 мм (чтобы отбить факел пламени от фасада), устройство стальных экранов вокруг оконных проемов и стальных противопожарных отсеков, установка утеплителя внутри оконных обрамлений, минимизация ширины воздушного зазора и т.д. Эти мероприятия повышают пожаробезопасность систем НВФ, но, соответственно, увеличивают их стоимость и трудоемкость монтажа. Часто бывает, что производители систем НВФ и монтажные организации, пользуясь неосведомленностью заказчика и инспекторов ГАСН, в целях экономии не осуществляют в полной мере требуемых противопожарных мероприятий, другими словами, монтируют не то, что требовало пожарные испытания.

Еще один момент. Из условия пожарной безопасности максимальная ширина воздушного зазора ограничена 100 мм для систем из алюминиевых сплавов и 200 мм для систем из коррозионностойких сталей [2]. Учитывая, что нивелировка кривизны стен осуществляется за счет изменения ширины воздушного зазора, а минимально допустимая ширина зазора равна 40 мм, то, не нарушая требований Госстроя, можно рихтовать кривизну стен на алюминиевых системах до 60 мм, на системах из коррозионностойких сталей — до 160 мм. На большинстве объектов кривизна стен, как правило, больше 60 мм, поэтому монтировать алюминиевые системы НВФ, не нарушая требований Госстроя, достаточно сложно. Возможно, после проведения дополнительных огневых испытаний алюминиевых сис-



Отсутствие воздушного зазора (рис. 1) и использование полиэтиленовой пленки вместо ветрозащитной мембраны (рис. 2) приведет к переувлажнению и разрушению утеплителя.



Рис. 4. Огневые испытания системы НВФ.



Рис. 5 и 6. Неверные способы компенсации кривизны стен по типу «сделал сам».



Рис. 7. В результате неправильной установки заклепок невозможна компенсация температурных деформаций направляющей. Причина — кривизна стены. Рис. 8. Демонтаж кронштейнов. Причина — неправильный выбор типоразмера кронштейна.

тем максимально допустимая величина зазора увеличится.

Говоря об облицовочных материалах, меньше всего вопросов, с точки зрения пожарной безопасности, возникает к керамическому граниту (с видимым креплением), натуральному камню и фиброцементной плите (при условии ее нормальной влажности). Проблематич-

но выполнение откосов оконных проемов из этих материалов при применении алюминиевой подконструкции, так как проходили испытания такие системы с откосами из оцинкованной стали с выступом за плоскость фасада, и внутренняя отсечка из оцинкованной стали здесь не поможет. Для справки: конструкции откосов нужно уделять особое



Рис. 3. Одно из следствий отсутствия воздушного зазора.

внимание, поскольку считается, что пламя на фасад в большинстве случаев проникает именно через оконные проемы.

Очень аккуратно нужно выбирать в качестве облицовки «композитные» алюминиевые панели и пластики. Наличие на материале сертификата пожарной безопасности Г1 **НЕ ЯВЛЯЕТСЯ** основанием для применения его в качестве облицовки. Группа горючести (Г1–Г4) оценивает материал только с точки зрения возможности возгорания от источника незначительной мощности и к НВФ никакого отношения не имеет. Единственным критерием является класс пожарной опасности «К» всей системы НВФ (подконструкция + утеплитель + облицовка + конструкция откосов) по ГОСТ 31251–2003 «Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны».

В качестве теплоизоляции в НВФ применяют исключительно негорючие по ГОСТ 30244–94 минераловатные утеплители. Недостаточно в настоящее время изучен процесс тления теплоизоляции. Пока очевидно одно — вероятность тления тем выше, чем больше процент связующего в составе утеплителя.

При выборе материалов для устройства НВФ нужно руководствоваться Техническим свидетельством (ТС) Госстроя РФ на выбранную систему НВФ и письмом Центра противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. В этих документах приведен список разрешенных к применению материалов с данной конкретной системой НВФ, обозначена область ее применения и приведены конструктивные решения и обязательные технические мероприятия для правильного проектирования и монтажа НВФ.

Коррозионная стойкость систем

На сегодняшний день информация о коррозионной стойкости металлоконструкций систем НВФ весьма расплывчата и ограничена. Информация из зарубежных источников носит общий характер и зачастую сильно разнится. Первое серьезное исследование коррозионной

стойкости контактов металлов, применяемых в системах НВФ, было проведено Центром «ЭкспертКорр» Московского института стали и сплавов. Работа проводилась в течение 6 месяцев по заказу фирмы «ДИАТ-2000» и закончилась в апреле этого года. В камеры влажности, искусственного климата, солевого тумана и сернистого газа были помещены около 200 образцов контактов металлов, применяемых в системах НВФ, а именно коррозионностойкие аустенитная (12Х18Н10Т) и ферритная (08Х18Т1) стали, алюминиевый сплав АД-31, оцинкованная сталь без/и с порошковой окраской. Образцы были попарно склепаны между собой в различных комбинациях пятью видами заклепок: нержавеющей; оцинкованными; алюминиевыми с алюминиевым, нержавеющей и стальным сердечниками.

Самыми долговечными оказались системы из коррозионностойких сталей. По заключению «ЭкспертКорр-МИСиС» срок службы таких систем в условиях промышленной и морской атмосферы — не менее 50 лет. Рекомендуется применять стали типа Х18, причем элементы, имеющие сварные швы, изготавливать из сталей аустенитного класса.

Алюминиевый сплав, благодаря оксидной пленке, также обладает хорошей коррозионной стойкостью, но в условиях повышенного содержания в атмосфере хлоридов и серы возможно возникновение быстроразвивающейся межкристаллитной коррозии, существенно снижающей прочностные характеристики элементов конструкции. Основная опасность кроется в трудности визуального обнаружения этого процесса, так как, в отличие от стали, не сопровождается появлением «ржавчины». Для успешного применения алюминиевых сплавов в атмосфере промышленных и приморских городов рекомендуется подвергать их анодированию и окрасиванию.

Плохие результаты показала оцинкованная сталь без защитного покрытия. 100% площади образцов были подвержены коррозии. Не случайно, применение систем из оцинкованной стали без защитного покрытия запрещено Госстроем.

Стойкость оцинкованной стали с защитным покрытием напрямую зависит от качества этого покрытия. Чаще всего применяется метод порошковой окраски деталей системы. При этом толщина дополнительного защитного покрытия должна составлять не менее 60 мкм.

Необходимо избегать непосредственного контакта нержавеющей стали алюминиевого сплава с неокрашенной оцинкованной сталью. Реко-

мендуется при конструировании и монтаже НВФ изолирование разнородных материалов.

Несмотря на нарушение защитного покрытия в районе отверстий под заклепки, ввиду малой площади катодного контакта разнородных металлов, исследование не выявило сильных очагов коррозии в этих местах, так же как и в алюминиевых заклепках с нержавеющими и стальными сердечниками.

Особенности монтажа систем НВФ

Кроме вышеперечисленных факторов, определяющих понятие «российская специфика», существует еще и «человеческий фактор». Именно благодаря ему мы имеем как большую кривизну стен, так и низкое качество монтажа НВФ, которое обусловлено недостаточной технологичностью систем в сочетании с нехваткой квалифицированных монтажников (особенно при больших объемах работ и сжатых сроках).

Анализ аварийных ситуаций, связанных, в том числе, и с обрушением облицовки, показывает, что именно низкое качество монтажа является их основной причиной. Особенно требовательны в монтаже импортные системы и отечественные системы, являющиеся их копией.

Один из примеров: на 16-этажном здании одного из банков в Москве достаточно широко применяющаяся в Европе система простояла 5 лет, после чего началось обрушение плит керамического гранита на уровне 7-го этажа. Следующее заключение экспертизы, все 8000 м² фасада были демонтированы и заменены отечественной освидетельствованной Госстроем системой. Нетрудно подсчитать, что убытки исчислялись сотнями тысяч долларов.

Основным недостатком импортных систем НВФ и аналогичных отечественных является недостаточная возможность компенсации кривизны стен. Как правило, на одном типоразмере кронштейна таких систем возможна компенсация кривизны не более 3 см. Если кривизна больше, а обычно это 5–10 см, приходится подбирать другой типоразмер кронштейна. Чтобы качественно и в срок смонтировать НВФ на такой системе, а также дать ценовое предложение заказчику, требуется строгое выполнение следующих мероприятий:

1. Подробная геодезическая съемка объекта.
2. Разработка проекта НВФ на основе геодезической съемки.
3. Расчет количества кронштейнов различных типоразмеров.
4. Жесткий контроль над установ-

кой кронштейнов различных типоразмеров в процессе монтажа НВФ в соответствии с проектом.

Понятно, что ошибка в процессе выполнения пунктов 1–3 приведет к простоям из-за некомплекта кронштейнов требуемого типоразмера (особенно актуально для объектов в регионах) и неточному определению стоимости системы, а при невыполнении пункта 4 придется менять смонтированные кронштейны, предварительно демонтировав утеплитель и ветрозащитную мембрану.

Эта проблема удачно решена в системах, использующих телескопический кронштейн. Такой кронштейн, рассчитанный под 150 мм утеплителя, благодаря подвижной вставке позволяет компенсировать кривизну стен до 15 см.

Алюминий имеет высокий коэффициент температурного расширения ($24 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), то есть 3-метровая направляющая при перепаде температуры в 70°C изменит свою длину на 5 мм. Поэтому, при монтаже систем из алюминиевых сплавов, нужно очень аккуратно следить за выполнением мероприятий, компенсирующих температурные деформации направляющих. В противном случае может «срезать» клепки либо деформироваться фасад с последующим обрушением облицовки (известны несколько подобных случаев в Москве и в регионах).

В принципе, на любой системе, имеющей Техническое свидетельство Госстроя РФ, может быть смонтирован качественный, долговечный фасад. Вопрос в том, какое количество денежных и трудовых затрат потребуются для ведения монтажа конкретной системы НВФ в полном соответствии с ТС.

Для справки: Техническое свидетельство Госстроя РФ — это не только красивая открытка с эмблемой и печатью Госстроя. Основная информация содержится в приложении к нему — Технической оценке. Некоторые производители систем НВФ держат ТС на системы в секрете, ссылаясь на присутствующие в них некие ноу-хау. На самом деле, если вы заказчик, подрядчик или представитель проверяющей организации, ТС (с приложениями) вам должны предоставить по первому требованию.

Материалы, применяемые в системах НВФ

На сегодняшний день имеется достаточно большой список материалов, разрешенных к применению в системах НВФ (облицовочные и теплоизоляционные материалы, крепежные элементы и т.д.). Перечислять их здесь нет смысла. Все они приведены в ТС на системы НВФ.

Что нужно знать заказчику

Стоимость материалов и работ, применяющихся для монтажа НВФ с одним типом облицовки, примерно одинакова для всех систем НВФ. То есть предложения фирм на тендере сильно различаться не могут. Если расхождение более 10%, то большая вероятность, что одна из фирм что-то «забыла учесть» в своем предложении.

Особенно часто бывают ошибки в расчете стоимости подконструкции НВФ. Подконструкции систем НВФ, представленные в настоящее время на рынке, устроены по одному принципу (кронштейны, направляющие, элементы крепления облицовки), в них используются равнозначные по цене и качеству крепежные элементы (анкера, заклепки). По этой причине расход элементов подконструкции и, соответственно, стоимость систем одного уровня качества на одном объекте отличаются незначительно. Но некоторые фирмы грешат тем, что указывают в предложениях стоимость облицовки бесконечного бетонного забора, без учета окон, дверей, углов, кривизны стены, ветровых нагрузок и т.д. Точное количество подконструкции обещают определить после разработки проекта, который фирма готова выполнить, но после подписания договора. В итоге конечная стоимость фасада превышает заявленную в предложении.

Фирмы, которые обещают сдать фасад «под ключ» в назначенные сроки из разрешенных к применению материалов за необъяснимо низкую цену, являются:

- либо некомпетентными — не до конца осознают объем работ и поставок;
- либо «нечистоплотными» — осознают объем работ и поставок, но для победы на тендере занижают его, надеясь «накрутить» цены в процессе производства работ;
- либо фирмами-альтруистами — работают ради работы, без прибыли.

Поэтому при проведении тендера заказчику рекомендуется добиваться вразумительных ответов от подрядчика на вопрос, **УЧТЕН ЛИ** в его предложении следующие моменты:

- геометрия фасада, и соответствует ли количество подконструкции в предложении требуемому для реализации проекта «под ключ» или это «прайсовый» расход подконструкции, которого, вероятнее всего, не хватит;
- возможная кривизна основания, и с какой кривизной готов работать подрядчик без увеличения стоимости подконструкции;
- несущая способность основания при выборе крепежных элементов;

■ стоимость и количество угловых элементов;

■ стоимость противопожарных мероприятий (особенно для алюминиевых систем);

■ значения ветровых нагрузок при расчете стоимости подконструкции;

■ соответствие предлагаемых марок теплоизоляционных, ветрозащитных, крепежных и облицовочных материалов Техническому свидетельству на систему;

■ запас на подрез и технологический отход теплоизоляции, ветрозащитной мембраны и облицовочного материала;

■ доставка материалов на объект;

■ изготовление и монтаж оконных обрамлений;

■ разработка проектной документации, в каком объеме;

■ геодезические работы, включая исполнительную съемку фасада и геодезическое сопровождение (выдача отметок установщикам окон и витражей);

■ средства подмащивания (леса, люльки), их амортизация, сборка-разборка;

■ наличие необходимого количества квалифицированных монтажников для сдачи фасада в срок;

■ оплата генподрядных услуг (если есть);

■ какую гарантию дает подрядчик и поставщики материалов на НВФ (обычно от 1 до 10 лет). **Не путать со сроком службы НВФ, который по ТС может составлять 40–50 лет.**

Как мы убедились, НВФ — весьма ответственное направление строительства, требующее внимательного рассмотрения с позиции несущей способности, теплофизики, пожарной безопасности, коррозионной стойкости, технологичности и экономики. И хотя мы затронули только некоторые аспекты, очевидно, что повышение качества НВФ — задача, решение которой возможно только при совместной заинтересованности заказчика, подрядчика и поставщиков материалов.

Литература.

1. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Теплозащита фасадов с вентилируемым воздушным зазором //: АВОВ. — 2004. — № 2,3.

2. Фасадные теплоизоляционные системы с воздушным зазором. Рекомендации по составу и содержанию документов и материалов, предоставляемых для технической оценки пригодности продукции. М.: Госстрой России, 2004.

ООО «ДиаТСпецМонтаж»
Тел. (095) 194-86-33, 194-77-31,
194-75-88
E-mail: pankrushin@diat.ru