

Анатолий Степанович

СТАЦЕНКО,

доцент,

кандидат технических наук,

Межотраслевой институт

повышения квалификации

и переподготовки кадров

по менеджменту

и развитию персонала

Белорусского национального

технического университета

Игорь Фроимович ФИАЛКО,

доцент,

кандидат технических наук,

Межотраслевой институт

повышения квалификации

и переподготовки кадров

по менеджменту

и развитию персонала

Белорусского национального

технического университета

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМ УТЕПЛЕНИЯ С ВЕНТИЛИРУЕМОЙ ВОЗДУШНОЙ ПРОСЛОЙКОЙ

PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF HEAT INSULATION SYSTEMS WITH VENTILATED AIR SPACE

В статье рассматривается возможность применения систем утепления наружных стен с вентилируемыми воздушными прослойками. Отмечены особенности разработки конструкций таких систем утепления, способы крепления, выбор материала теплоизоляционного слоя.

This article deals with the possibility of using exterior wall heat insulation systems with ventilated air space. The specific details of the development of these heat insulation systems, methods of fixing, selection of the material for a heat insulation layer have been presented.

ВВЕДЕНИЕ

Снижение расходов топливно-энергетических ресурсов сегодня является актуальнейшей задачей. На отопление зданий расходуется более 35 % энергоресурсов Республики Беларусь [1], а отопление и горячее водоснабжение жилого фонда потребляют около 40 % производимой в стране тепловой энергии [2]. Анализ роли различных мероприятий в общем резерве энергосбережения показал, что он существенно зависит от рационального подхода к разработке ограждающих конструкций и систем инженерного оборудования зданий и сооружений с целью снижения теплопотерь. При этом 52 % снижения теплопотерь происходит за счет применения эффективных конструктивных решений по повышению теплозащитных свойств ограждающих конструкций вновь возводимых и эксплуатируемых жилых и общественных зданий [3].

Большая работа, проделанная строительными, проектными и научными организациями республики, усовершенствованная нормативная база позволили осуществить тепловую модернизацию более 1 млн м² фасадов в год, что дает ежегодную экономию более чем 10 тысяч тонн условного топлива [1] в эксплуатируемых зданиях.

Приказом от 29.12.2008 № 484 Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь с 01.07.2009 установлены близкие к международным значения минимальных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций, которые для жилых и общественных зданий превышают действующие с 1994 г. в 1,5–2 раза. Как следствие, снижается величина удельного энергопотребления до 60 кВт·ч/м² в год, а при устройстве принудительной системы вентиляции — до 40 кВт·ч/м² в год вместо регламентированных таблицей 2а [4] и приведенных к международной размерности

90–110 кВт·ч/м² в год. Эти значения можно признать переходными, так как с 2011 г. в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31.08.2007 № 1122 нормативные требования по обеспечению удельного энергопотребления жилых и общественных зданий планируется довести до величины 30 кВт·ч/м² в год, что, при реализации планов ежегодного увеличения жилой площади, позволит сохранить общий уровень энергопотребления.

ВЫБОР КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ

Широкое распространение получили легкие совмещенные системы утепления, эксплуатационные качества которых достаточно полно изучены в [5]. Результаты обследований после их длительной эксплуатации позволяют специалистам — проектировщикам и эксплуатационникам — учитывать влияние различных факторов (влажностное состояние, прочность сцепления слоев, ударостойкость, долговечность и т. д.) на качество совмещенной системы утепления и, как следствие, выбирать наиболее рациональные проектные решения и режимы эксплуатации.

Разработка систем утепления ограждающих конструкций зданий, как возводимых, так и модернизируемых, производится в Республике Беларусь в соответствии с указаниями неоправданно большого (11 наименований), по мнению авторов, количества технических нормативных правовых актов (ТНПА), в частности [6–8], которые, к сожалению, не учитывают особенностей работы систем с вентилируемой воздушной прослойкой, гарантирующей их долговечность и эксплуатационную надежность. Отсутствуют также требования к защитно-декоративным слоям систем утепления по обеспечению основного условия эксплуатации этого слоя — предотвращения накопления вла-

ги в утеплителе за отопительный период и сохранения заданных значений сопротивлений теплопередаче. Как следствие, выявлены многочисленные факты увлажнения материалов совмещенных утепляющих систем [5] атмосферной влагой и, в основном, из-за сопротивления защитно-декоративного слоя удалению диффундирующего водяного пара в атмосферу. Если нарушения систем отвода атмосферной влаги достаточно легко выявляются и устраняются, то накапливаемая за отопительный период на границе "утеплитель — отделка" влага, замерзая зимой и испаряясь летом, разрушает фасад и ухудшает облик здания. Кроме этого, слой теплоизоляции теряет свои теплозащитные свойства, и теплопотери увеличиваются.

Предотвращение таких негативных явлений предусмотрено системой утепления наружных стен зданий с вентилируемой воздушной прослойкой [6] между внутренней поверхностью наружного экрана (в основном облицовки из крупноразмерных плит малой толщины) и наружной поверхностью утеплителя. Диффундирующая в зазор влага удаляется циркулирующим воздухом, что обеспечивает теплозащитные характеристики теплоизоляции. Отсутствие при устройстве систем утепления с вентилируемой воздушной прослойкой "мокрых" процессов позволяет выполнять работы круглый год. Наличие специальных несущих элементов практически не ограничивает толщину утеплителя и, соответственно, величину, до которой может быть повышено сопротивление теплопередаче стен.

Благодаря широким технологическим и эстетическим возможностям, системы утепления с вентилируемыми воздушными прослойками очень быстро нашли своих приверженцев. Такая система утепления наружных стен зданий получила название "вентилируемая система утепления" и является одной из наиболее современных и ответственных инженерных конструкций. В настоящее время известно более 40 вариантов вентилируемых систем утепления [9], и эта цифра, конечно, не предел.

При этом особенности выбранной системы утепления (условия эксплуатации зданий, свойства используемых материалов, сроки строительства, контроль работ на возводимом объекте и мониторинг при его эксплуатации) играют важнейшую роль в реализации задач энергосбережения отапливаемых зданий. Конструкция любой системы утепления должна обеспечивать при минимальных издержках по возведению строительного объекта надежность и долговечность (эксплуатационные свойства) в целом и удобство и скорость монтажных работ (технологические свойства) в частности.

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ

Анализ информации по особенностям разработки конструкций систем утепления с вентилируемой воздушной прослойкой выявил необходимость оперативной разработки на базе результатов научных исследований ТНПА с ответами на отсутствующие в действующих нормативах указания, например, по терминологии, выбору толщины прослойки, конструированию узлов, методикам расчетов отдельных элементов и системы в целом. Как доказательство — во впервые введенном, единственном в СНГ, ТКП [10] по проектированию высотных зданий практически отсутствуют указания по применению таких конструкций. Только пункт 4.4 этого

документа регламентирует предусматривать при проектировании "научно-техническое сопровождение, включающее комплекс мероприятий, в том числе геотехнический мониторинг, мониторинг состояния несущих конструкций и систем утепления, необходимые испытания конструкций и материалов, аэродинамические испытания и др.", а пункт 10.3.9 допускает применение наряду с другими и "фасадные системы с воздушным зазором".

Отсутствуют нормативные методики расчетов таких систем на основе изученных закономерностей, описывающих физические процессы в воздушных прослойках. При проектировании необходимо иметь достоверную информацию о конструктивных и архитектурных характеристиках конкретных систем, особенностях их расчетов, ограничениях использования, возможностях применения подобных технологий. Рабочий проект, разработанный на базе проверенных методик расчетов, которые приведены в обобщающем основном вопросе проектирования ТКП, а не по альбомам узлов конкретной фирмы, обеспечит надежность, долговечность и требуемое потребительское качество современных систем утепления наружных стен с вентилируемыми воздушными прослойками. В результате, проектная организация получит возможность грамотно разработать проект здания любой высоты с безопасными конструкциями вентилируемых систем утепления и учетом основных архитектурно-технических аспектов.

ВЕНТИЛИРУЕМАЯ ВОЗДУШНАЯ ПРОСЛОЙКА

Системы утепления с воздушным зазором стали некорректно называться "вентилируемый фасад". Такой термин (буквальный перевод с немецкого "beluefteten Fassaden"), распространившийся в практике, не отражает физической сущности работы системы "стена — экран". Он появился в проспектах германских фирм тогда, когда рынок систем утепления только начинал формироваться, и был рассчитан не на специалиста, а на потребителя. Это же относится и к терминам "утепленный фасад" и "проветриваемый фасад". Фасадом (от итальянского Faccia — лицо, французского и английского Facade — внешний вид) принято называть наружную, внешнюю поверхность здания, а не конструктивное решение элемента утепляемой стены. Так как название системы утепления характеризует конструкцию, в соответствии с принятой в строительной теплофизике терминологией, по мнению авторов, целесообразно такие системы утепления называть системами "с вентилируемой воздушной прослойкой", а не "вентилируемый, утепленный и проветриваемый фасад".

В системе утепления с вентилируемым вследствие теплового и ветрового факторов воздушным зазором обеспечивается расчетный режим эксплуатации. Это позволяет использовать такие системы утепления в зданиях с долговечными, паронепроницаемыми декоративными отделочными материалами и даже с мокрыми и влажными режимами эксплуатации помещений. При этом обеспечиваются расчетное сопротивление теплопередаче наружной стены, снижение воздействий атмосферной влаги и осадков, предотвращение конденсации диффундирующего из помещений в воздушный зазор водяного пара и обледенения внутренней поверхности облицовки.

Существенное влияние на динамику испарения влаги из утепляющего (теплозащитного) слоя оказы-

вает характер движения воздушного потока в вентилируемой прослойке, зависящий от толщины зазора. Действующие ТНПА приводят самые разные толщины зазора между поверхностью утеплителя и облицовкой. Кроме рекомендованных в [11] значений (40–70 мм) можно в качестве примеров привести величины из ТНПА по устройству и проектированию различных систем утепления. Пособие [6], в котором наиболее полно изложены основные положения конструирования, без привязки к конкретной системе утепления предлагает предусматривать между поверхностью утеплителя и декоративно-защитным слоем воздушную прослойку толщиной более 15 мм. В системе "Радекс" [7] рекомендуется толщина вентилируемой воздушной прослойки не менее 30 мм. В вентилируемой системе утепления "Пралеска-Венто" [8] толщина воздушной прослойки должна составлять не менее 40 мм. Для конструкций ряда фирм, в частности представленных в [12, 13], толщина воздушной прослойки должна быть не менее 60 мм. Существенно отличающиеся значения толщин воздушного зазора приведены без каких-либо обоснований и расчетов, базирующихся, например, на увязке меняющихся по высоте давлений при движении воздуха в прослойке.

В Финляндии конструкция считается вентилируемой при ширине зазора более 80 мм [9]. С учетом финского опыта можно предположить, что вентилируемые системы утепления, которые представлены сегодня в нашей республике, можно назвать "вентилируемыми" лишь с определенной долей условности, и движение воздуха в них (вентилируемость) надо подтверждать исследованиями. Многие специалисты считают системы с малыми толщинами воздушного зазора не с вентилируемыми, а с проветриваемыми прослойками, то есть вентилируемыми между плитами облицовки за счет ветровых нагрузок. Предполагается, что в отличие от конструкций со сплошной облицовкой, в которых воздух входит на уровне цоколя, далее движется вдоль воздушной прослойки вследствие гравитационного давления и выходит под карнизом, в проветриваемых системах выравнивание давлений воздуха (наружного и в воздушном зазоре) происходит через швы облицовки. При этом динамическое давление ветра существенно изменяет режим воздушных потоков в зазоре.

По приведенной в [13] информации, начиная со средней части высотных зданий, 40 % объема ветровых потоков движется вниз. Энергия этих потоков создает локальные ветровые нагрузки на фасады, например, на уровне входа в здание они могут быть подобны или более чем на высоте 100 м. Уменьшение локальных аэродинамических нагрузок в ряде систем утепления [12, 13] конструктивно обеспечивается толщиной воздушной прослойки не менее 60 мм и размещением у внешних и внутренних углов здания расщелин в виде воздухопроницаемых слоев, которые разбивают воздушные прослойки на изолированные друг от друга "отсеки", препятствуя распространению энергии ветрового давления.

Для изучения этой и подобных проблем привлекались специалисты Московского авиационного института (МАИ) по аэродинамике. Задача оказалась сложной и многовариантной, требующей дальнейших длительных исследований [14]. Единственное, что однозначно установили специалисты МАИ, — наличие малых (до 4 мм)

зазоров в конструкциях стыков облицовки, при обеспечении отвода атмосферной влаги, снижает вероятность этих неприятных явлений из-за снижения динамического давления ветра.

КРЕПЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ УТЕПЛЕНИЯ

Элементы крепления обеспечивают монтаж и работу фасадных конструкций на несущем элементе стены, то есть восприятие всех постоянно действующих или периодически возникающих нагрузок и передачу их на основание. Основными нагрузками, которым подвергаются фасадные системы, являются: собственный вес конструкции, ветровая нагрузка на отрыв (отсос) и гидротермические воздействия (влажностные и температурные).

Все элементы системы утепления наружных стен зданий с вентилируемой воздушной прослойкой (опорные и соединительные элементы конструкции, теплозащитный слой, декоративно-защитный слой) соединяются между собой при помощи разнообразных крепежных элементов (болты с гайками и шайбами, дюбели монтажные, дюбель-анкеры, самосверлящие шурупы или саморезы, шпильки с резьбой). Правильный выбор крепежных изделий (материал, параметры и количество) обеспечивает безопасность при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

Основным крепежным элементом являются дюбели (от немецкого *dubel* — закреп, шип), которые делятся на металлические (основное применение — крепление под облицовочных конструкций к основаниям) и полимерные (основное применение — крепление утеплителя к стене).

Металлические дюбели, винты и шурупы крепежных элементов изготавливаются из нержавеющей или с антикоррозионным цинковым хромированным покрытием стали толщиной не менее 60 мкм. Нержавеющая сталь, которая значительно превосходит оцинкованную по коррозионной стойкости, предпочтительней. Для изготовления шурупов и винтов применяют стали с временным сопротивлением разрыву не менее 500 Н/мм².

Важнейшей характеристикой полимерных дюбелей является степень временной релаксации, то есть снижение во времени максимально допустимой нагрузки из-за текучести материала, которая является одним из ключевых моментов для определения количества дюбелей — чем больше со временем потеря допустимой нагрузки, тем больше нужно дюбелей для обеспечения того же срока службы фасадной конструкции.

Утеплитель крепится к стене при помощи дюбель-анкеров с прижимной шайбой или специальных прижимных реек швеллерного сечения, которые могут быть изготовлены из алюминиевых сплавов, нержавеющей или оцинкованной стали. И чем они массивнее, чем больше их собственный коэффициент теплопроводности, чем больше их площадь на 1 м² стены, тем должна быть больше толщина слоя утеплителя (в сравнении с расчетной) для устранения их влияния. Для примера, усредненный коэффициент теплопроводности нержавеющей стали 12х18Н10Т — 40 Вт/(м·°С), а сплава АД-31 — 221 Вт/(м·°С). Таким образом, сплав АД-31 значительно снижает приведенное сопротивление теплопередаче стены, если учитывать коэффициент теплотехнической неоднородности, который характеризует эффективность утеплителя. Определение этого очень важного

параметра приводится в ТНПА, например в [11], но, к сожалению, для ограниченного числа конструкций. В общем виде коэффициент теплотехнической неоднородности определяют по результатам расчетов трехмерного температурного поля на ЭВМ и поэтому при проектировании принимают во внимание чрезвычайно редко. Если же его учесть некорректно, то значение приведенного сопротивления теплопередаче не будет обеспечено, и можно свести на "нет" все преимущество вентилируемой системы утепления (так как могут наблюдаться выпадение в помещениях сконденсировавшейся влаги и даже точечные промерзания на внутренних поверхностях стен).

Существенной проблемой системы утепления с вентилируемой воздушной прослойкой в высотных зданиях является обеспечение прочности на отрыв слоев теплоизоляции. На больших высотах давление ветра в несколько раз сильнее, чем в непосредственной близости от земли. Компьютерные модели поведения металлических частей фасадов при сильных порывах ветра [15] показывают, что многие облицовочные материалы явно не рассчитаны на большие ветровые нагрузки, особенно в условиях плотной городской застройки, где между домами при порывах ветра возникает "щелевой эффект", резко усиливающий нагрузку на несущие конструкции фасада. Современные фасадные конструкции "высоток" должны выдержать порывы ураганного ветра, поэтому прочность креплений и всех остальных элементов фасада должна рассчитываться для условий, приближенных к экстремальным. Особенно это важно на этапе монтажа, когда угроза отрыва слоев ветром вполне реальна; в построенном здании облицовка (дождевой экран) обязана обеспечить защиту теплоизоляции.

Несущая способность алюминия, его сплавов и нержавеющей стали существенно отличается. Кроме того, необходимо учитывать, что из алюминиевых сплавов поддаются процессу экструзии только АД-31, а алюминий-магниево-магниевые сплавы практически никогда не бывают экструдированными.

Если учесть, что предел прочности алюминия в 3 раза меньше, чем у нержавеющей стали, то для достижения той же несущей способности системы необходимо применять материал в 3 раза большей толщины или ставить кронштейны в 3 раза чаще. Как следствие, в одинаковой (с точки зрения несущей способности) системе количество дюбель-анкеров из алюминиевого сплава в сравнении с нержавеющей сталью увеличивается более чем в 16 раз, существенно снижая теплозащиту. Расположение и конфигурация крепежных элементов не должны приводить к образованию "мостиков холода", снижающих теплотехнические показатели монтажного шва.

Для того чтобы металлические детали крепления (шурупы, саморезы, винты, гвозди) с дюбелями из полимерных материалов не стали "мостиками холода", их шляпки (из оцинкованной или нержавеющей стали) также должны быть выполнены из полимеров и герметично закрывать шляпки деталей крепления, препятствуя проникновению внутрь дюбеля влаги и грязи. В ряде случаев (когда не требуется высокая механическая прочность) весь распорный элемент может быть выполнен из полиамида, усиленного стекловолокном. При необходимости, замена в системе одних дюбелей другими производится в установленном порядке с учетом их степени релаксации.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТИ МАТЕРИАЛА

Одним из важнейших условий эффективности конструкции системы утепления с вентилируемой воздушной прослойкой является правильность выбора и учет всех характеристик материала утепляющего слоя. Прежде всего, чтобы предотвратить снижение теплотехнических характеристик, теплоизоляция должна быть гидрофобной, с низким поглощением (сорбцией) водяного пара из атмосферного воздуха.

Наиболее качественным решением утепляющего слоя является использование плит двойной плотности (кашированных). Менее жесткий внутренний слой (около 40 кг/м³) обеспечивает требуемые характеристики паропроницаемости и качественное прилегание теплоизоляции к поверхности фасада, что позволяет компенсировать неровности стены. В свою очередь, жесткость внешнего облицовочного слоя теплоизоляции должна обладать высокой стойкостью к деформациям (например, от нажима фасадного дюбеля). Согласно существующему опыту оптимальная плотность внешнего слоя теплоизоляции должна быть не менее 70–80 кг/м³. Такой материал практически не деформируется при транспортировании и отличается гораздо большей стойкостью к воздухопроницанию. Решение из кашированных плит является более рациональным и с точки зрения монтажа. Практика их применения позволяет сократить до 25 мин рабочее время на монтаж 1 м² теплоизоляции, а также сэкономить на фасадных дюбелях.

Действующие ТНПА не регламентируют габариты и конструктивные решения щелей в нижней части воздушной прослойки для притока воздуха, вентилирующего зазор, и для его удаления — в верхней. Упускаются рекомендации по предотвращению засорения воздушно-го зазора в процессах строительства и эксплуатации здания. Из опыта строительства в США [16, с. 146] и [17, с. 97], приточные и вытяжные щели закрываются перфорированными пластмассовыми вставками с размером отверстий, не допускающих проникновение в воздушную прослойку насекомых и образование их гнезд, паутины и т. п. При возведении здания или монтаже облицовки в зазор опускается рейка на тросах, которую извлекают вместе с мусором по завершении работ на захватке. Кроме того, в зазоре устанавливают в шахматном порядке по фасаду специальные вставки, которые задерживают попавший мусор и не препятствуют движению воздуха.

Следует заметить, что при разработке архитектурного проекта зданий с такими системами может усложниться решение расстояний между окнами (по вертикали и горизонтали). Если они разные — это значительно заметнее, чем на оштукатуренных фасадах, так как видна "пошаговость" облицовки. Кроме этого, системы становятся дороже из-за подрезок плит экрана.

Серьезная проблема — долговечность систем утепления, ведь срок службы зданий 50–100 лет и более. Поэтому уже сегодня необходимо использовать такие технологии защитно-декоративной отделки наружных стен, чтобы долговечность фасада была соизмерима со сроком службы здания. А это означает, что в проект должны закладываться материалы, способные прослужить около 50 лет, с учетом режимов эксплуатации, особенно на производственных и коммунальных предприятиях при влажных, мокрых и агрессивных средах.

Поэтому напрашивается вывод, что для проверки правильности конструктивных разработок применяемых систем и положений действующих и разрабатываемых ТНПА следует, кроме экспертизы рабочей документации, аккредитованной организацией, вести инструментальными методами мониторинг состояния наружных стен эксплуатируемых зданий с вентилируемыми воздушными прослойками. Мониторинг достаточно проводить два раза в год: в конце осени, когда заканчивается период дождей, и в середине весны, когда заканчивается процесс влагонакопления, вызванный диффузией водяных паров. Это позволит ответить на ряд вопросов, например, удаляется ли влага, диффундирующая в холодный период года из конструкции в окружающую среду, выполняет ли экран свои функции по защите от атмосферной влаги, попадающей в воздушный зазор и на утеплитель при косом дожде, и т. д.

Если полученные результаты мониторинга превышают максимально допустимые значения (например, по влажности материала теплоизоляции), конструкция запроектирована неправильно и не работает как вентилируемая, а данная система утепления не соответствует функциональному назначению. На основе анализа поведения проверяемых зданий выявляются характерные ошибки разработки и делаются соответствующие выводы: издаются рекомендации по устранению выявленных недостатков, совершенствованию конструктивных решений, предлагаются необходимые изменения в действующие или разрабатываются новые ТНПА.

АКУСТИКА ВОЗДУШНОЙ ПРОСЛОЙКИ

Наружная облицовка вентилируемого фасада за счет воздушного зазора и утеплителя, безусловно, является акустическим экраном для наружных звуков (защитой от внешнего шума). Но при этом нельзя забывать, что сам зазор является акустической трубой, и любые звуки в нем будут распространяться практически по всему фасаду (в пределах одной плоскости). При некоторых направлениях и скорости ветра прослойки свистят или гудят, особенно в местах завихрений ветровых потоков.

Акустика воздушной прослойки существенно зависит от контакта теплоизоляции с пароизоляционной мембраной [14]. На данный момент существуют два принципиальных официально разрешенных решения. Первое — применение утеплителей с кашированной (то есть приклеенной) мембраной, и второе — когда мембрана натягивается цельными холстами большой площади по некашированному утеплителю при монтаже прямо на стене, что не всегда гарантирует его качественное выполнение. Под действием вихрей мембрана начинает вибрировать, добавляя шум к аэродинамическому.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Повышенная пожарная опасность конструкции вентилируемой системы утепления обуславливает необходимость жестких требований: возникновение эффекта тяги в воздушной прослойке при пожаре способствует распространению пламени.

Огнезащита металлических строительных конструкций должна соответствовать требованиям ТКП [18]. Известно, что алюминий плавится при температуре

630 °С–670 °С (в зависимости от сплава); температура при пожаре на внутренней поверхности экрана-облицовки (по результатам испытаний Пожарной лаборатории ЦНИИСК им. Кучеренко) достигает 750 °С [14]. Пожар может привести к расплавлению под облицовочных конструкций и обрушению части фасада. Для корректного решения этой проблемы необходимы специальные мероприятия (защитные экраны, замена части алюминиевых элементов облицовочных конструкций на стальные, применение особой конструкции оконных обрамлений и т. д.). Это, кроме возможного образования гальванических пар, приводит к удорожанию всей системы, и алюминиевые подсистемы лишаются многих преимуществ.

Что касается теплоизоляции, то специалисты рассматривают необходимость применения при создании вентилируемых систем утепления негорючих (НГ) материалов. К классу НГ [19] относятся стекловата плотностью до 40 кг/м³ и теплоизоляция на основе каменной ваты, которая способна, не плавясь, выдержать воздействие температуры около 1000 °С и при этом обеспечить необходимые пределы огнестойкости.

Вентилируемые фасадные системы в обязательном порядке должны проходить испытания по ГОСТу [19], на основании которых определяется класс пожарной опасности всей системы в целом и максимально возможная высота здания, оборудованного системой утепления данного типа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1 Анализ конструктивных решений систем утепления наружных стен, являющихся важнейшим фактором экономии топливно-энергетических ресурсов, показал, что наиболее целесообразно применять конструкции с вентилируемыми воздушными прослойками. Эти конструкции характеризуются высокими теплотехническими характеристиками, большим выбором материалов для внешней отделки, а также возможностью производства работ в любое время года.
- 2 Основным сдерживающим фактором массового применения систем утепления с вентилируемыми воздушными прослойками является отсутствие результатов комплексных исследований аэродинамики воздушных потоков, процессов теплообмена в зависимости от конструктивных решений, этажности и конфигурации здания, скоростей и направлений ветра. До настоящего времени отсутствует объективная информация о долговечности как отдельных элементов, так и этих систем утепления в целом. Одним из путей изучения основных показателей можно принять мониторинг состояния наружных стен эксплуатируемых зданий с вентилируемыми воздушными прослойками, выполняемый аккредитованной организацией.
- 3 По мнению авторов, основным выходом из создавшейся ситуации является разработка ТНПА, которые позволят при выработке проектных решений принять наиболее рациональную конструкцию системы утепления с вентилируемой воздушной прослойкой и учесть основные факторы, обеспечивающие требуемые эксплуатационные характеристики и долговечность как отдельных элементов, так и системы утепления в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмичев, Р. В. Как сделать наружные ограждающие конструкции энергоэффективными / Р. В. Кузьмичев // Республиканская строительная газета. — 27.06.2007.
2. Данилевский, Л. Н. Повышение энергоэффективности зданий / Л. Н. Данилевский // Архитектура и строительство. — 2005. — № 4. — С. 16.
3. Колесников, А. И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях / А. И. Колесников, М. Н. Федоров, Ю. М. Варфоломеев. — М.: ИНФРА-М, 2005. — 124 с.
4. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01-03. — Введ. 01.01.2005. — Минск: Минстройархитектуры, 2004. — 78 с.
5. Пилипенко, В. М. Влияние конструктивных характеристик и свойств материалов на эксплуатационные качества легких систем утепления / В. М. Пилипенко // Строительная наука и техника. — 2008. — № 6(21). — С. 47, 51, 53.
6. Проектирование и устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений: ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01-87. — Введ. 01.01.2001. — Минск: Минстройархитектуры, 2001. — 86 с.
7. Проектирование и устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений. Система "Радекс": П5-02 к СНиП 3.03.01-87. — Введ. 01.01.2001. — Минск: Минстройархитектуры, 2001. — 129 с.
8. Проектирование и устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций и отделки фасадов зданий и сооружений. Система "Пралеска": П7-03 к СНиП 3.03.01-87. — Введ. 01.01.2001. — Минск: Минстройархитектуры, 2001. — 63 с.
9. Вентилируемые фасады: мифы и реальность. Сопровождение в редакции журнала "Технология строительства" по актуальным проблемам современного фасадостроения, 23.12.2004. — Режим доступа: <http://www.stroinauka.ru/> — Дата доступа 27.11.2008.
10. Высотные здания. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.02-108-2008. — Введ. 01.12.2008. — Минск: Минстройархитектуры, 2008. — 85 с.
11. Рекомендации по расчету и проектированию вентилируемых систем утепления наружных стен зданий: Р 1.04.009.04. — Введ. 02.01.2005. — Минск: Институт НИПТИС, 2004. — 77 с.
12. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором "КРАСПАН ВСто(н)". — Режим доступа: <http://www.kraspan.ru/> — Дата доступа 18.04.2008.
13. Проспект фирмы U-kon systems "Высотное строительство". — Режим доступа: <http://www.u-kon.com/> — Дата доступа 16.05.2008.
14. Гагарин, В. Г. Проблемы при проектировании и строительстве вентилируемых фасадов / В. Г. Гагарин, А. В. Грановский, М. О. Павлова // Петербургский строительный рынок. — 2002. — № 12.
15. Глебов, Б. Е. Произвол в оценке современных фасадов / Б. Е. Глебов // Строительная газета, 16.05.2008.
16. Panarese, W. C. Concrete Masonry Handbook for Architect, Engineers, Builders / W. C. Panarese, S. N. Kosmatka, F. A. Randall // Portland Cement Association. — USA, 1991. — 247 с.
17. Building Block Walls ... A Basic Guide for students in masonry vocational training // National Concrete masonry association. — USA, 1988. — 170 с.
18. Строительные конструкции. Порядок расчета пределов огнестойкости: ТКП 45-2.02-110-2008. — Введ. 01.01.2009. — Минск: Минстройархитектуры, 2009. — 127 с.
19. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть: ГОСТ 30244-94. — Введ. 01.01.1997. — 28 с.

Статья поступила в редакцию 25.05.2009.