

Опыт монтажа и эксплуатации современных окон в районах с суровыми климатическими условиями

В настоящее время одной из определяющих тенденций в области совершенствования светопрозрачных конструкций в РФ, является широкое использование европейского опыта, материалов, технологий, применяемых как при изготовлении, так и монтаже современных окон. В последние годы широкое распространение получили окна с переплетами из жесткого поливинилхлорида, клееной древесины, стеклопластика, с применением стеклопакетов и др.

Однако, как показывает анализ многолетнего опыта эксплуатации окон различного конструктивного решения, прямое заимствование западного опыта в Российских условиях (особенно в районах с суровыми климатическими условиями), зачастую приводит к ряду негативных последствий, требующих соответствующего учета. В частности:

- промерзание оконных откосов, проявляющееся в выпадении конденсата на поверхности стен по периметру окон и нарушении отделки помещений (особенно в однослойных конструкциях);
- резкое понижение температуры внутренней поверхности стеклопакетов в зоне их сопряжения с переплетами, сопровождающееся обледенением остекления (так называемая проблема краевых зон);
- сложности с обеспечением требуемого воздухообмена в помещениях жилых и общественных зданий при низких температурах наружного воздуха;
- недостаточные теплозащитные качества при-

меняемых профилей (одно- или двухкамерные профили из ПВХ или стеклопластика, неудачное армирование профилей, недостаточная толщина переплетов из древесины и пр.).

Отмеченные проблемы известны и актуальны не только для России. Над их решением работают многие европейские фирмы и исследовательские группы. Однако в климатических районах с низкими температурами наружного воздуха значение этих проблем многократно возрастает, а от их правильного решения зачастую зависит эффективность эксплуатации здания в целом.

Теплотехнические особенности монтажа современных окон

При монтаже окон с относительно узкой оконной коробкой (так называемой «еврокоробкой») в наружных стенах различного конструктивного решения одной из основных проблем является обеспечение требуемых теплозащитных качеств и герметизации стыков в зоне сопряжения «стена-окно».

Традиционный подход, базирующийся на европейском опыте и рекомендациях института оконной техники в г.Розенгейм, заключается в монтаже оконных блоков на уровне наружной четверти с заполнением зазора между оконным блоком и стеной монтажной пеной, включая ряд мероприятий по защите стыка от диффузионной и атмосферной влаги. В случаях с толстыми стенами, рекомендации заключаются в

смещении оконного блока к середине стены (см. Bauelemente № 6, 1999).

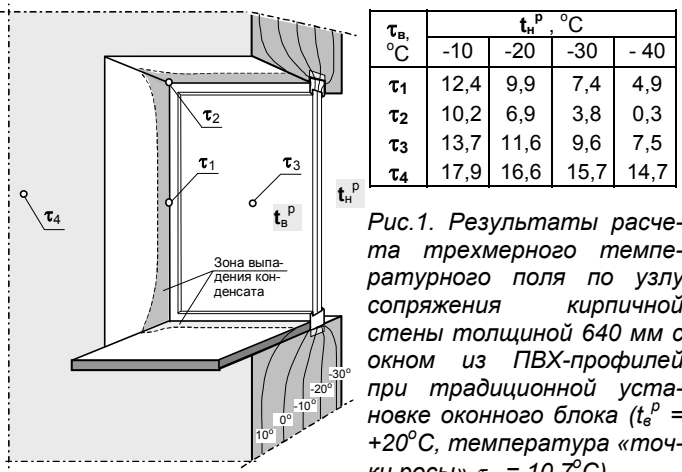
Однако, как показывает практика эксплуатации и теоретические расчеты, данные технические решения достаточны для температур наружного воздуха до -15°C (см. рис.1, рис.2), что в целом то и подтверждается расчетами специалистов института оконной техники в г.Розенгейм. При более низких температурах, и особенно при глубокой установке оконных блоков с узкой оконной коробкой в однослойных кирпичных стенах или однослойных керамзитобетонных стенах или однослойных панелях, в зоне сопряжения «стена-окно» наблюдается понижение температуры внутренней поверхности намного ниже температуры «точки росы», сопровождающееся выпадением, а в некоторых случаях и замерзанием капельного конденсата. Характер распределения температур по поверхности оконных откосов и соответственно характер их промерзания представлен на рис.1.

Анализ процесса теплопередачи в зоне сопряжения «стена-окно» пока-

зал, что основная причина отмеченных явлений заключается в повышенном стоке тепла через оконные откосы - в обход узкой оконной коробки. Более того, при устройстве окна в однослойной стене, сам оконный блок оказывается размещенным в зоне отрицательных температур, и потери тепла идут не только вдоль оконной коробки, но и в толщу стены с низкими температурами. В зоне расположения оконных перемычек и подоконника процессы теплопередачи осложняются пространственным характером стока тепла и обуславливают еще большее понижение температуры поверхности. Насколько существенно это влияние можно судить по результатам расчетов трехмерного температурного поля узла сопряжения однослойной кирпичной стены с окном из ПВХ-профилей, представленных в таблице (см. рис.1) при различных температурах наружного воздуха.

Необходимо отметить, что существуют два аспекта этой проблемы:

1. Понижение температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций ниже «температуры точки росы» и соответственно выпадение конденсата на поверхности оконных откосов, что прежде всего и вызывает нарекания потребителей;



2. Увеличение теплопотерь помещений через оконные откосы и соответственно снижение теплозащитных качеств стены. Как показывают расчеты, снижение приведенного сопротивления теплопередаче стены может составлять до 30 - 40% (даже при отсутствии выпадения конденсата), что явно не рационально с точки зрения перерасхода тепловой энергии.

В общем случае возможно несколько различных подходов к решению проблемы улучшения теплового режима окон в зоне их сопряжения с наружными стенами. В частности:

- смещение оконной коробки к центру наружной стены, что рекомендуется большинством фирм - изготовителей оконных профилей для климатических условий Западной Европы;
- утепление оконных откосов с наружной стороны;
- утепление оконных откосов с внутренней стороны.

- применение уширенной оконной коробки.

Оценка эффективности возможных решений, выполненная на основе расчетов температурного режима узлов сопряжений окон из ПВХ-профилей с наружными стенами различного конструктивного решения, позволила сделать следующие выводы:

1. В многослойных наружных стенах с эффективным утеплителем, выходящим на поверхность оконных откосов (стеновые панели или кирпичная кладка на гибких связях), тепловой режим ограждающих конструкций удовлетворительный. Дополнительных мероприятий по утеплению оконных проемов не требуется (см. рис.2а). Аналогичные результаты наблюдаются в наружных стенах с фасадной теплоизоляцией, доходящей до поверхности оконной коробки.

2. Смещение оконного блока от наружной по-

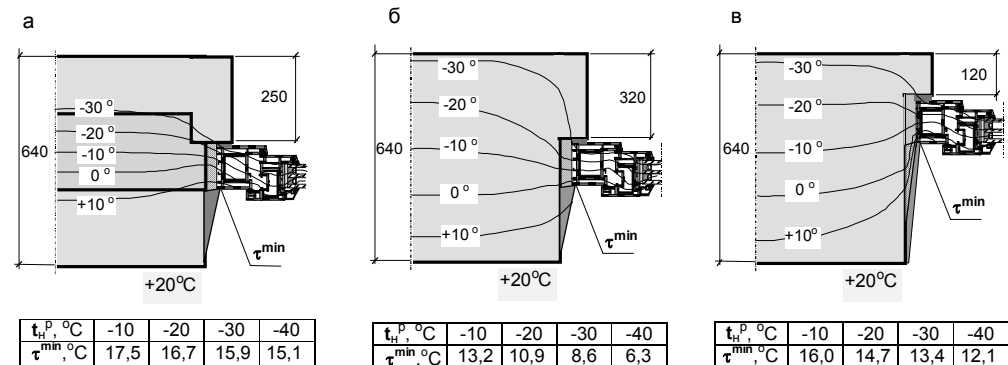


Рис.2. Распределение температур по сечению кирпичной стены толщиной 640 мм: а – при наличии в толще стены слоя эффективного утеплителя; б – при смещении оконной коробки к центру стены; в – при утеплении оконных откосов со стороны помещения

верхности стены к ее центральной части (см. рис.2 б) обеспечивает повышение температуры внутренней поверхности на 1,2 - 2,5 $^{\circ}\text{C}$. В районах с мягкими климатическими условиями, например Западной Европы, этого как правило, оказывается достаточно для исключения выпадения конденсата. Однако в более суровых климатических условиях смещением оконного блока к центральной части стены обеспечить кардинальное улучшение теплового режима в зоне сопряжения окна с наружной стеной и исключить вероятность выпадения конденсата не удастся. Кроме того, это решение не обеспечивает повышения теплозащитных качеств стены, так как теплопотери через оконные откосы не уменьшаются (изменяется лишь распределение температур).

3. Смещение оконного блока к внутренней поверхности стены с наружным утеплением оконных откосов (устройством термовкладыша между четвертью и оконной коробкой) позволяет повысить теплозащитные качества стены. Однако минимальная температура внутренней поверхности конструкции остается все же ниже температуры "точки росы" (особенно в зоне сопряжения с оконными перемычками и подоконниками). Эти ре-

зультаты, также как и в предыдущем случае, обусловлены стоком тепла из помещения через поверхность оконных откосов вглубь кладки ($\gamma = 0,88$).

4. Наиболее эффективным решением является утепление внутренней части оконных откосов за счет устройства термовкладышей, расположенных в стене вдоль внутренней поверхности откосов (см. рис.2 в). В этом случае сток тепла в наружную стену через откосы ограничивается, что и приводит к повышению температуры внутренней поверхности стены и ее теплозащитных качеств в целом ($\gamma = 0,89$). При этом достаточна толщина утепляющего термовкладыша 20-30 мм (из пенополистирола, минераловатных плит, монтажной пены и пр.). Ширина зоны утепления определяется конструктивным решением стены и ее теплозащитными качествами.

Наилучшие результаты достигаются при смещении оконного блока к середине стены (примерно на расстояние 1/3 от наружной поверхности) с утеплением пространства между оконной коробкой и наружной стеной и утеплением оконных откосов. Такое решение особенно целесообразно в кирпичных стенах большой толщины, так как, кроме всего прочего, способствует повышению температуры

внутренней поверхности остекления за счет улучшения конвективного теплообмена.

5. Применение уширенной оконной коробки обеспечивает повышение минимальной температуры поверхности стены на 2 - 2,5 $^{\circ}\text{C}$. В многослойных стенах с эффективным утеплителем такая коробка обеспечивает удобство монтажа и не требует дополнительных мероприятий по утеплению. Однако в однослойных конструкциях при температурах наружного воздуха ниже -20 $^{\circ}\text{C}$ это решение не гарантирует поддержание температуры поверхности откосов выше температуры «точки росы» (также как и утепление оконных откосов с наружной стороны здания).

В этой связи представляется целесообразным разработку широких оконных коробок, имеющих выступающие части не только наружу, но и внутрь помещения, что позволило бы отказаться от утепления оконных откосов и унифицировать процесс монтажа окон в стенах различного конструктивного решения.

Конструктивные решения узлов сопряжения окон с наружными стенами

На основе рассмотренных расчетов разработаны проектные решения узлов сопряжений

окон различного конструктивного решения с наружными для климатических районов с расчетной температурой наружного воздуха до -41°C (альбомы для окон из ПВХ-профилей и древесины). В качестве примера на рис.3 представлен один из вариантов такого решения с термовкладышами из пенополистирола, герметизацией стыков предварительно сжатой уплотнительной лентой «illbruck» и оштукатуриванием откосов цементно-латексным раствором.

Проработаны рекомендации по технологии производства работ, составы штукатурных и клеящих растворов, варианты конструктивных решений с облицовкой оконных откосов теплоизоляционными плитами «Stadur» или гипсокартоном.

Особое внимание уделено вопросам герметизации стыков и обеспечения надежной пароизоляции утеплителя.

Ряд решений прошел

успешную апробацию в климатических условиях г.Омска, г.Новосибирска, и др.

Особенности теплового режима остекления в краевых зонах

Практика эксплуатации окон с 1-о и 2-х камерными стеклопакетами в районах с низкими температурами наружного воздуха показала наличие еще одной серьезной проблемы – существенного понижения температуры поверхности в зоне сопряжения остекления с переплетами (так называемая проблема «краевых зон»), проявляющаяся в обмерзании стеклопакетов по периметру окна.

Особенно ярко эта проблема проявляется при использовании однокамерных стеклопакетов, в том числе и с селективным покрытием внутреннего стекла.

Анализ физики процесса теплопередачи в краевых зонах окон, ряд теоретических и экспериментальных исследований, привели к следующим выводам:

1. Тепловой режим в

зоне сопряжения стеклопакетов с переплетами зависит от комплекса взаимосвязанных процессов (см. рис.4) и определяется:

- стоком тепла вдоль внутреннего стекла к торцу стеклопакета вследствие расположения его в толще профиля с пониженными температурами;

- уменьшением теплопритока к узлу сопряжения вследствие закрытия стекла оконными штапиками;

- стоком тепла по герметику стеклопакетов;

- стоком тепла по дистанционным рамкам.

В нижней части стеклопакетов на эти процессы накладывается дополнительно конвективный теплоперенос в воздушных прослойках (поток холодного воздуха, опускающийся вдоль наружного стекла, поворачивает, соприкасается с внутренним стеклом, охлаждает его и, постепенно нагреваясь, поднимается вверх). Именно охлаждение конвективным потоком воздуха нижней части стеклопакета и обуславливает в первую очередь вы-

падение конденсата на его поверхности в нижней части окна.

2. Замена традиционного материала дистанционных рамок – алюминия на оцинкованную и нержавеющую сталь малоэффективна, несмотря на то, что коэффициент теплопроводности материала снижается почти на два порядка. Наилучшие результаты могут быть достигнуты при использовании рамок из жесткого ПВХ или стеклопластика. Однако, как показывает обзор отечественного опыта, применение таких рамок пока ограничено определенными технологическими сложностями. Удовлетворительные результаты дает применение рамок с термовставками типа «Termix», рамок «Swigle Strip», но и эти решения сами по себе не являются достаточными.

3. В ряде случаев улучшение теплового режима стеклопакетов в краевых зонах может быть достигнуто за счет:

- смещения дистанци-

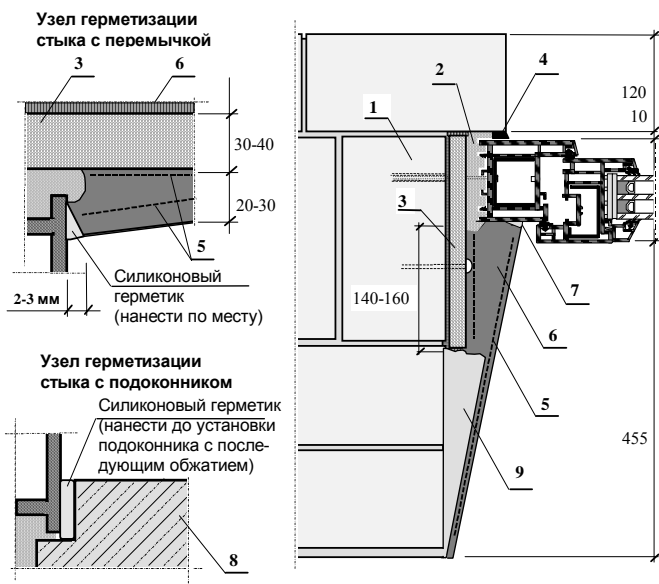


Рис.3. Пример установки оконного блока из ПВХ-профилей в проеме кирпичных стен реконструируемого здания при глубокой нише от старой коробки: 1 - кирпичная кладка; 2 - монтажная пена; 3 - пенополистирол; 4 - предварительно-сжатая уплотнительная лента «illbruck»; 5 - армирующая сетка; 6 - цементно-латексный раствор; 7 - силиконовый герметик; 8 - подоконник; 9 - старая штукатурка

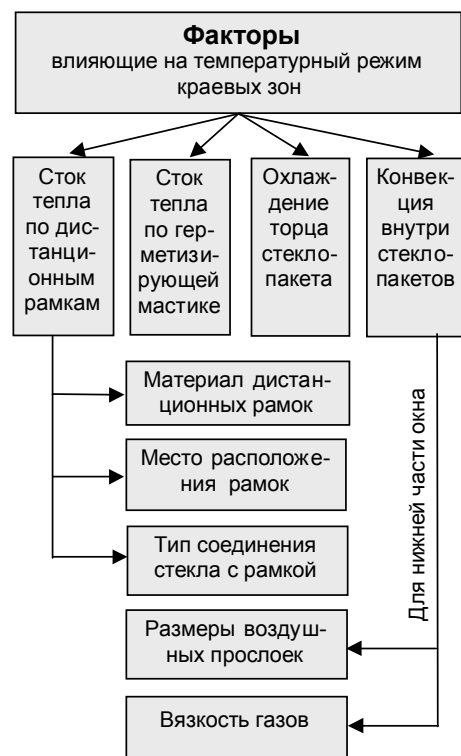


Рис.4. Факторы, влияющие на температурный режим краевых зон

онных рамок вместе с герметиками вглубь переплетов на 10 – 15 мм (как показывают результаты экспериментальных исследований это решение может обеспечить повышение температуры в зоне стыка на 3 – 4 °С без каких-либо других мероприятий);

- рационального размещение стеклопакетов по ширине профиля;

- увеличения теплопритока к торцу стеклопакета за счет изменения размеров штапиков и др.

Необходимо отметить, что рассмотренные решения позволяют лишь снять остроту проблемы краевых зон. Радикальное решение возможно при устройстве остекления в раздельных или спаренных переплетах с размещением со стороны помещения одинарного остекления. По мнению авторов статьи, для суровых климатических условий это решение является наиболее удачным. Установка с внутренней стороны стеклопакета менее эффективна, хотя при наличии стекла с наружной стороны, проблема краевых зон проявляется менее ярко.

Проблемы организации естественного воздухообмена

В последние годы все больше на передний план выходят проблемы обеспечения естественной вентиляции в помещениях.

Причина заключается в том, что практически все современные окна характеризуются высоким сопротивлением воздухопроницанию. С одной стороны это свойство является положительным качеством, поскольку окна практически не продуваются при сильном ветре и в холодный период года не происходит чрезмерных теплопотерь на нагрев инфильтрационного воздуха. Однако с другой стороны, высокая герметичность ограждающих конструкций приводит к уменьшению естественного воздухообмена помещений и, как следствие, к повышению

относительной влажности воздуха, выпадению конденсата на участках с пониженной температурой, ухудшению параметров внутренней среды.

Особенно ярко эта проблема проявляется в квартирах с высокой плотностью заселения и на верхних этажах многоэтажных зданий, где вытяжка работает наименее эффективно.

В качестве примера на рис.5 приведены результаты испытаний окон различного конструктивного решения. Для сравнения на этом же рисунке показаны требуемые значения воздухообмена в жилых зданиях и результаты испытания старых деревянных окон без герметизации оконных притворов.

В настоящее время решение данной проблемы представляется не столько в оптимизации сопротивления воздухопроницанию окон за счет устройства щлицов, отверстий в уплотнителях и т.п., сколько в использовании приточных вентиляционных устройств, обеспечивающих регулируемый приток свежего

воздуха в помещения.

Анализ известных технических решений, предлагаемых в настоящее время отечественным производителям окон, показывает, что к сожалению практически все они разработаны для мягкого европейского климата и требуют доработки и адаптации к более суровым климатическим условиям России. Например вентиляция через внутренние воздушные полости, которое сейчас предлагается многими компаниями, при низких температурах наружного воздуха приводит к охлаждению профилей, выпадению конденсата на поверхности переплетов, обмерзанию элементов фурнитуры, не говоря уже о запылении внутреннего пространства переплетов и ухудшении звукоизоляционных качеств окна.

В этом отношении наибольший интерес представляют разработки фирм «Sigenia», «Renson», «Titon» с регулируемыми клапанами. Однако и эти устройства требуют комплексных теплотехнических испытаний с учетом их влияния на теп-

ловой режим приоконных зон, определение температурных границ возможного применения, и при необходимости, доработку.

Необходимо подчеркнуть еще один существеннейший аспект этой проблемы. Структура теплопотерь современных зданий с высоким уровнем теплозащитных качеств ограждающих конструкций характеризуется высокой долей затрат тепла на подогрев приточного вентиляционного воздуха. До 50 – 60% от общих теплопотерь приходится на вентиляцию, причем практически независимо от того, каким образом воздух подается в помещение – через неплотности, форточки или приточные устройства.

Возможность регулирования притока воздуха, вплоть до его полного исключения при закрытии клапанов приточных устройств, позволяет существенно сократить затраты тепла на поддержание заданных параметров микроклимата в помещениях. Экономия тепловой энергии в результате регулирования воздухообмена, может оказаться гораздо выше, и быть достигнута более простыми средствами, чем прямое повышение теплозащитных качеств отдельных конструктивных элементов здания.

Некоторые результаты собственных исследований по этим вопросам, а также результаты оценки теплозащитных качеств профилей различного конструктивного решения авторы надеются изложить в последующих публикациях.

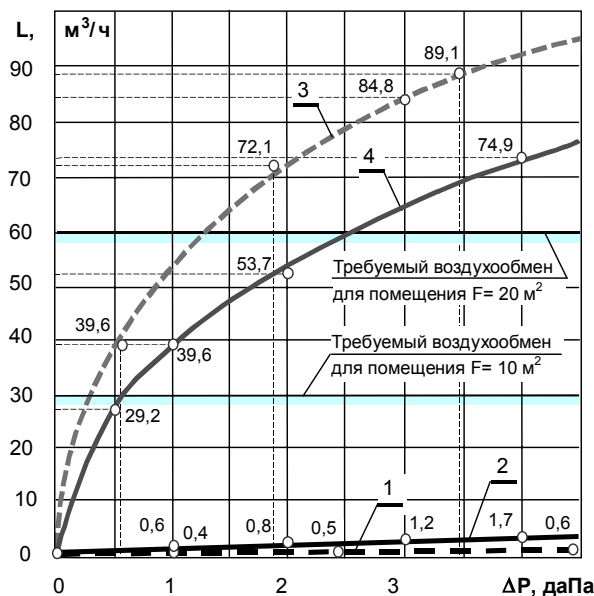


Рис.5. Результаты натурных замеров расхода воздуха через окна различного конструктивного решения (размеры окон 1,1мх1,8 м): 1 - из ПВХ-профилей фирмы «Virdmann»; 2 - из клееной древесины фирмы «Форэст» 3 - в раздельных деревянных переплетах без уплотнения притворов; 4 – из клееной древесины с встроенным приточным вентиляционным устройством фирмы «Titon»

644080, г. Омск-80,
пр. Мира 5, СибАДИ.
Кафедра «Городского
строительства и хозяйства».
тел. (3812) 24-36-91,
факс (3812) 65-03-23,
mail: info@sibadi.omsk.ru.
Кривошеин А.Д., Пахотин Г.А.