

## ВЫБИРАЕМ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫЕ ОКНА



В.Н. Ковров,  
*кандидат технических наук,  
руководитель испытательной  
лаборатории,  
Институт механики сплошных сред  
УрО РАН*

Рассмотрены основные требования к характеристикам окон из ПВХ, обеспечивающим сохранение тепла, достаточную звукоизоляцию и воздухопроницаемость с учетом климатических условий Пермского края. Описаны существующие технические решения, позволяющие сделать правильный выбор окон, и сформулированы основные условия качественного монтажа окон. Приведена информация о возможностях испытательной лаборатории ИМСС УрО РАН при сертификации строительной продукции и разработке новых материалов и конструкций.

С появлением в конце 90-х годов прошлого века в строительной отрасли новых зарубежных материалов и технологий стала актуальной проблема их адаптации к Российским климатическим условиям и требованиям нормативной документации.

Институтом механики сплошных сред УрО РАН в 1998 году был осуществлен инвестиционный проект по созданию испытательной лаборатории для сертификационных испытаний. Лаборатория прошла процедуру аккредитации при Госстрое РФ (ныне – Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии) в области испытаний строительных материалов и конструкций.

Лаборатория оснащена уникальным оборудованием для определения физико-механических свойств строительных материалов, климатической камерой с температурой в холодном отделении до – 50°C для испытаний на сопротивление те-

плотопередаче строительных материалов и конструкций, акустической камерой для определения индекса звукоизоляции, стендом для определения общего коэффициента светопропускания, установками для проверки стеклопакетов на герметичность и контроля точки росы. Некоторые виды испытаний показаны на рис. 1–4.

Поговорим об одной из важнейших частей систем жизнеобеспечения – металлопластиковых окнах. Материал, из которого они изготавливаются, – поливинилхлорид (ПВХ) – является одним из самых ранних искусственных материалов. Впервые он был создан химиком Регнальдом в 1835 году. С 1912 года начались поиски возможностей промышленного выпуска ПВХ, а в 1931 году концерном BASF были выпущены первые тонны этого материала. Преимущества окон из ПВХ перед деревянными очевидны. Эти окна не надо красить, они не реагируют на изменение влажности в доме («не рассыхаются»),

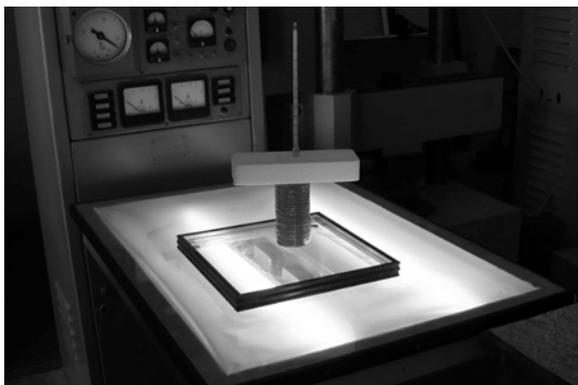


Рис. 1. Контроль наличия влаги в стеклопакете (точка росы)

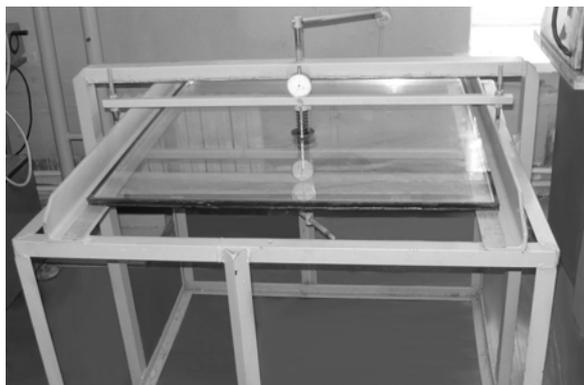


Рис. 2. Определение герметичности стеклопакета



Рис. 3. Испытания окон на звукоизоляцию и светопропускание

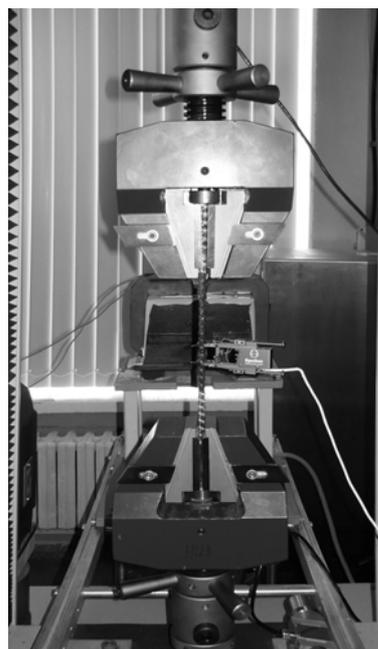


Рис. 4. Определение механических характеристик арматуры из стеклопластика

имеют удобную многофункциональную фурнитуру.

Бытует мнение о повышенной опасности окон из ПВХ при пожаре. В действительности содержание хлора в ПВХ создаст противодействие распространению огня. Это является важной причиной столь широкого применения пластика в строительной индустрии. Многочисленными испытаниями установлено, что ПВХ трудно воспламеняется и не поддерживает процесс горения при отсутствии источника огня. Это свойство ПВХ определяет его более высокое место во всех национальных и международных противопожарных стандартах по отношению к дереву.

Современные окна представляют собой довольно сложную конструкцию, со-

стоящую из непрозрачной части – профиля из ПВХ, и светопропускающей – стеклопакетов. Профиль разделен перегородками на отдельные камеры и содержит металлический вкладыш, обеспечивающий жесткость конструкции. Наличие дополнительных камер позволяет повысить теплосберегающие свойства профиля.

Стеклопакет состоит из двух, трех и более стекол, соединенных и одновременно разделенных между собой алюминиевой, стальной или пластиковой, так называемой дистанционной рамкой, приклеенной к стеклам, как правило, бутиловым герметиком. Внутри дистанционной рамки, образующей в сечении замкнутый контур и имеющей перфорированные отверстия со стороны межстекольного про-

странства, засыпается влагопоглотитель, который поглощает влагу из воздуха между стеклами и исключает образование конденсата. По внешнему контуру стеклопакет герметизируется полисульфидными, полиуретановыми или силиконовыми герметиками. Герметики, используемые при производстве стеклопакетов, должны быть двухкомпонентными и полимеризующимися. Это требование важно, поскольку дешевый однокомпонентный герметик горячего плавления, используемый некоторыми производителями, не выдерживает требований к долговечности стеклопакетов. Внутри стеклопакета может закачиваться инертный газ, например аргон, повышающий теплозащитные и звукоизолирующие свойства.

Важным элементом окна являются уплотняющие резиновые прокладки, защищающие пространство между рамой и створкой. Прокладки делают окна практически герметичными, обеспечивая тепловую и шумовую защиту.

Наконец, третьей составляющей конструкции окна является фурнитура, дающая возможность работать окну в четырех режимах: «закрыто», «открыто – створка распахнута», «открыто – створка откинута» и «микропроветривание», при котором створка образует щель по периметру 1–3 мм.

Чего мы ожидаем, приобретая окна из ПВХ? Попросту говоря, «чтобы не дуло, было тепло и тихо».

Наше первое пожелание обеспечивают уплотняющие прокладки, они должны быть выполнены по всему контуру створки и рамы не менее чем в двух, а то и в трех плоскостях. Однако у герметичного окна возникают новые проблемы. Зимой стеклопакеты зачастую начинают образовывать конденсат, и простой рекомендацией в этом случае является микропроветривание. При этом теряются звукоизоляция и теплосбережение. Эти проблемы нашли свое решение с изобретением так называемых приточных шумозащитных устройств (ПШУ).

ПШУ из пластика крепятся в верхней части окна на сквозной прямоугольной щели в переплете без уменьшения свето-

вого проема. Установка такого устройства возможна не только при изготовлении окна, но и уже после монтажа окна на объекте. Количество проходящего извне воздуха регулируется заслонкой, автоматически управляемой с помощью специального датчика-привода из полиамидной ткани по уровню влажности внутреннего воздуха. В полностью открытом положении такое ПШУ обеспечивает поступление  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$  воздуха при перепаде давлений 10 Па и обеспечивает звукоизоляцию транспортного шума от 33 до 42 дБ в зависимости от комплектации.

«Тепло», или энергосбережение, достигается двумя способами. Первый заключается в применении профилей из ПВХ толщиной 70 мм, имеющих в сечении 5 камер, разделенных перегородками из того же ПВХ (в настоящее время чаще используются трехкамерные профили толщиной 58–60 мм).

Второй способ – установка энергосберегающих стеклопакетов, снабженных стеклом с низкоэмиссионным покрытием. Низкоэмиссионное покрытие – это тончайший слой ионов серебра, наносимых методом электромагнитного напыления в вакууме, за счет чего стекло приобретает особые свойства по сбережению тепла зимой и защиты от чрезмерной жары летом. При этом его светопропускающие свойства меняются незначительно. Кроме того, дополнительное заполнение стеклопакетов аргоном повышает сопротивление теплопередаче примерно на 10–15 %.

Следует сказать еще об одном. В литературных источниках отсутствуют данные о сопротивлении теплопередаче окон со стеклопакетами с низкоэмиссионным стеклом при возможном повороте энергосберегающего стекла из теплого помещения на «улицу». Такая ситуация легко прогнозируема, когда в цехе или на монтаже просто перепутали стороны стеклопакета. В лаборатории были проведены специальные исследования [1]. Результаты измерения сопротивления теплопередачи оконного блока с однокамерным стеклопакетом СПО 4М<sub>1</sub>-16-И4 при «правильной» установке стеклопакета (низкоэмиссионное стекло в теплом отделении) пока-

зали величину приведенного сопротивления теплопередаче  $R_0^{np} = 0,65 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ , тогда как при развороте стеклопакетов на  $180^\circ$  эта характеристика снижается до  $R_0^{np} = 0,55 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ . Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что правильная установка стеклопакетов с низкоэмиссионным стеклом в оконных блоках определяют эффективность их применения в строительстве и должна строго соблюдаться при изготовлении оконных блоков.

Следует отметить, что нормируемое сопротивление теплопередаче оконных блоков  $R_{req}$  для нашего региона составляет  $0,6 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ . В значительно более теплой Германии эта величина составляет 1,12, что свидетельствует об эффективности работающих там программ энергосбережения. Год назад и у нас был принят Федеральный Закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ», в котором говорится об обязательном обеспечении энергетической эффективности зданий, строений, сооружений.

Что касается звукоизоляции, то она в основном зависит от толщины установленных стекол, величины воздушной прослойки между ними и герметичности притвора.

В табл. 1 приведены значения уровня шума от различных источников.

Таблица 1

Источник шума	Уровень звукового давления, Дб
Порог слышимости	0
Тихий шелест страниц	20
Библиотека	30
Спокойная улица в жилом районе	40
Разговорная речь	50
Уличный шум большого города	60
Телефонный звонок на расстоянии 1 м	70
Улица с интенсивным уличным движением	80
Мотоцикл	90
Шумный цех	100
Болевой порог	130

Комфортным уровнем шума считается 40 дБ днем и 30 дБ ночью. Это санитарная норма, приблизительно соответствующая по уровню громкости шепоту человека. Современные пластиковые окна позволяют снизить шум до 35 дБ и даже больше. Повышение звукоизоляции достигается применением, например, двухкамерных стеклопакетов с разной толщиной камер, что позволяет исключить резонансные явления, и заполнением камер инертным газом. При замене в пакете монолитного стекла на многослойное (например, триплекс) с таким же весом и толщиной звукоизоляция увеличивается на 3 дБ.

Итак, мы выбрали окно из четырех- или пятикамерного профиля толщиной 70 мм, проверили наличие двух или трех контуров резиновых уплотняющих прокладок и установили в нем двухкамерные энергосберегающие стеклопакеты, защищенные от попадания влаги и проникновения воздуха двухкомпонентным полимеризующимся герметиком. Теперь важнейшим этапом становится правильная установка окна в проеме.

Окно рекомендуется размещать на расстоянии не более  $2/3$  толщины проема от внутренней поверхности стены, а в слоистых стенах с эффективным утеплителем – в зоне утеплительного слоя. Это позволит исключить попадание стеклопакетов в зону точки росы.

Следует обратить внимание на исполнение монтажного шва в зазоре между проемом и коробкой окна. Он должен состоять из трех слоев. Наружный слой является гидроизолирующим и устанавливается по всему контуру стенового проема из саморасширяющейся изоляционной ленты. Центральный тепло- и звукоизоляционный слой выполняется из пенового утеплителя (монтажной пены). Внутренний слой является пароизоляционным и изготавливается из пароизоляционных ленточных материалов.

Проведенные в испытательной лаборатории ИМСС исследования могут способствовать уточнению стандартов на методы испытаний окон. Так, в нормативных документах не учитываются допол-

нительные тепловые потери, связанные со скоростью ветра и, следовательно, с интенсивностью теплообмена на наружной поверхности оконного блока. Интенсивность теплообмена напрямую зависит от скорости ветра: чем выше скорость ветра, тем интенсивнее происходит теплообмен. При расчетах теплозащиты обычно рекомендуется использовать коэффициенты теплоотдачи  $\alpha_i$  и  $\alpha_e$ , принимаемые по СНиП 23-02–2003 [1] и составляющие для гладких стен  $\alpha_i = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ,  $\alpha_e = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ . Коэффициент теплоотдачи  $\alpha_e = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$

250. Для создания однородного (по скорости) воздушного потока был изготовлен конический кожух. Скорость потока (ветра) измерялась на некотором расстоянии от торца кожуха с помощью цифрового анемометра АТТ-1002. На расстоянии 12 см от торца кожуха скорость потока составила – 15 м/с, на расстоянии 24 см – 12 м/с. Измерение теплового потока осуществлялось с помощью прибора ИТП-20М. Диапазон индуцируемых значений плотности теплового потока – от 0,1 до 1999 Вт/м<sup>2</sup>. Результаты эксперимента представлены в табл. 2.

Таблица 2

Параметр	Скорость воздуха, $u_{cp} \approx 2 \text{ м/с}$	Скорость воздуха, $u_{cp} \approx 15 \text{ м/с}$
Температура в теплой зоне камеры (средняя)	$t_b = + 21\text{°C}$	$t_b = + 19\text{°C}$
Температура в холодной зоне камеры (средняя)	$t_n = - 28\text{°C}$	$t_n = - 28\text{°C}$
Температура стекла в теплой зоне камеры	$t_g = + 11,65\text{°C}$	$t_g = + 9,32\text{°C}$
Температура стекла в холодной зоне камеры	$t_g = - 19,80\text{°C}$	$t_g = - 26,4\text{°C}$
Коэффициент теплообмена (средний), Вт/м <sup>2</sup> ·°C	$\alpha_n = 13,4$	$\alpha_n = 39,3$
Приведенное сопротивление теплопередаче оконного блока (расчетное), м <sup>2</sup> ·°C/Вт	$R_o = 0,63$	$R_o = 0,57$

соответствует скорости ветра, примерно равной 5 м/с. Однако для некоторых климатических районов скорость ветра существенно превышает указанную величину. Кроме того, скорость ветра зависит от таких параметров, как высота и тип местности. При проектировании высотных зданий неучет увеличения скорости ветра от высоты может привести к занижению величины теплопотерь через оконные проемы.

Для уточнения этих факторов было выполнено экспериментальное исследование влияния интенсивности теплообмена на теплопотери оконного блока [2]. Эксперимент проводился в климатической камере в соответствии с ГОСТ 26602.1-99 «Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче». В качестве образца был выбран оконный блок из ПВХ (пятикамерный профиль, ширина профиля 71 мм, формула стеклопакета 4М<sub>1</sub>-12-4М<sub>1</sub>-12-4М<sub>1</sub>). В качестве источника ветра был взят вентилятор канальный марки СК-

Как видно из таблицы, скорость ветра, а следовательно, и интенсивность теплообмена, играет заметную роль в формировании температуры внутреннего стекла оконного блока.

Теплопотери через ограждающую конструкцию можно рассчитать по формуле:

$$Q = S \cdot \Delta t \cdot (1 + \Sigma \beta) \cdot n \cdot K, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>;  $\Delta t$  – разность температур  $t_g - t_n$ , °C;  $\beta$  – коэффициент добавочных теплопотерь для вертикальных окон, принимается равным 1;  $n$  – коэффициент положения ограждающей конструкции, принимается для окон равным 1;  $K$  – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, величина, обратная приведенному сопротивлению теплопередаче  $R_o$ , Вт/м<sup>2</sup>·°C. Окончательно формула для расчета теплопотерь через оконный блок выглядит следующим образом:

$$Q = 1,1 \cdot S \cdot \Delta t / R_o. \quad (2)$$

Подставив в формулу (2) значения из таблицы, легко рассчитать теплопотери,

которые при данной скорости ветра дополнительно теряются через оконный блок. Так, например, для ста оконных блоков стандартного размера учет теплопотерь в рассмотренном случае составил бы экономию 14 м<sup>3</sup> природного газа в месяц.

В заключение несколько слов о возможностях испытательной лаборатории ИМСС.

В соответствии с областью аккредитации лаборатории сертификационные испытания проводятся для следующих материалов и конструкций:

- деревянные конструкции;
- оконные блоки и стеклопакеты;
- стеновые материалы (кирпичи, камни керамические, силикатные);
- кровельные, гидроизоляционные и герметизирующие материалы;
- мастики;
- прокладки уплотняющие полимерные;
- теплоизоляционные материалы;
- отделочные и облицовочные материалы;
- трубы полимерные;
- мобильные здания и помещения.

Интерес производителей к сотрудничеству с Институтом не ограничивается лишь сертификационными испытаниями. Все чаще при принятии решения о приобретении импортных материалов и комплектующих производители обращаются

в испытательную лабораторию, чтобы проверить заявленные характеристики.

Работы, проводимые в лаборатории, позволяют совершенствовать технологии получения новых материалов и конструкций. Это касается, например, стеклопластиковой арматуры, которую можно применять при производстве бетонных панелей вместо более тяжелой и подверженной коррозии железной. Проводимые в лаборатории испытания позволяют определить способы оптимизации структурного состава полимерной арматуры, направленные на повышение ее прочности.

Появляются новые теплоизоляционные материалы, которые можно наносить на поверхность с помощью кисти. Коэффициенты теплопроводности таких материалов не исследованы и являются предметом дискуссий. Исследования показывают, что теплофизические показатели этой продукции, заявляемые поставщиками, не всегда соответствуют действительности и требуют тщательного изучения.

Наши предприниматели активно разрабатывают новые, необходимые городу изделия, например, детские площадки, которые нужны в каждом дворе, полимерные смотровые люки, антивандальные и удобные в эксплуатации.

Таким образом, испытательная лаборатория имеет возможность оценить эксплуатационные свойства широкого спектра строительной продукции и определить область ее применения.

#### **Библиографический список**

1. Ковров В.Н., Елдашов Ю.А. Особенности эксплуатации однокамерных стеклопакетов с i-стеклом // Светопрозрачные конструкции. – Науч.-информ. учеб.-производственный центр «Межрегиональный Институт Окна» (НИУПЦ «МИО»). – СПб. – № 1 (45). – 2006. – С. 58–62.
2. Ковров В.Н., Елдашов Ю.А. Применение методов математического моделирования для исследования влияния процесса теплообмена на теплопотери через оконные блоки // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – IAECCEI, Moscow. – Vol. 4, iss. 2. – 2008. – P. 74–76.