

Особенности применения энергоэффективного остекления в России

А.Г. Чесноков, Заведующий отделом стандартизации и испытаний, ОАО «Институт Стекла»

С.А. Чесноков, аспирант, МИФИ

Ключевые слова: 1 = остекление 2 = свойства
3 = Россия 4 = особенности

Тезисы

При применении энергоэффективного остекления зданий и сооружений в России необходимо учитывать ряд климатических особенностей данного региона:

- большие перепады температур в течении года ($-50 \div +50$ °С), что может вызывать большие деформации стеклопакетов, приводит к их промерзанию и запотеванию;

- недостаток естественного освещения в осенне-зимний период, что требует использования стекол с высоким коэффициентом пропускания света;

- высокая солнечная активность в весенний период, приводящая к нагреву остекления и большим перепадам температур по толщине стекла и между освещенными и неосвещенными участками, что требует снижения коэффициента поглощения солнечной энергии для предотвращения разрушения стекла.

Для анализа тепловых и оптических характеристик вариантов остекления в АО «ГИС» используется программный комплекс, базирующийся на стандартах ИСО и России, позволяющий рассчитывать коэффициенты пропускания и поглощения света, пропускания и поглощения солнечной энергии, распределение температур по толщине остекления, термическое сопротивление. Этот комплекс используется как при проектировании новых зданий и сооружений, так и при экспертизе причин разрушения стекол в существующих.

Введение

В прошлом, на территории бывшего СССР для светоограждающих конструкций использовалось практически только прозрачное остекление из 1 - 3 листов прозрачного листового стекла толщиной 4-6 мм. Однако в последнее время, на российском рынке представлен весь спектр изделий из стекла строительного назначения: многослойные, низкоэмиссионные, декоративные, окрашенные, упрочненные и другие виды стекол, все распространенные виды стеклопакетов. Потенциальные возможности предлагаемых на рынке новых видов стекол вызывают большой интерес у разработчиков, стимулируют спрос потребителей.

В то же время, ни у разработчиков, ни у потребителей в России нет опыта применения новых материалов. Это приводит к тому, что у потребителей отсутствует представление о том, к каким последствиям может привести выбор несоответствующего условиям эксплуатации остекления, а разработчики допускают ошибки, связанные с выбором стекол, которые не выдерживают специфических особенностей эксплуатации в конкретном здании. Нередко реальные потребительские качества уже установленного остекления отличаются от запрашиваемых потребителем свойств или задуманных разработчиком.

Конечно, поставщики стекла предлагают рекомендации по их эксплуатации, однако эти рекомендации, как правило, не учитывают особенностей эксплуатации предлагаемых изделий в России. Кроме того, у потребителей нередко проявляется некоторое сомнение в добросовестности предлагаемой рекламы.

Таким образом, одним из основных требований российского рынка стало создание независимой системы, оказывающей консультационную помощь разработчикам и потребителям, поднимающей их общий технический уровень. Эта система должна быть обеспечена средствами, которые позволяли бы предсказать последствия применения тех или иных стекол в конкретном проекте здания.

Основная часть

Специфические особенности применения остекления в России состоят в следующем:

- климатические особенности, которые требуют учета всех параметров окружающей среды вокруг проектируемого или существующего здания (диапазон температур окружающего воздуха, перепады давления, распределение интенсивности солнечного излучения, механические нагрузки от ветра и снега и т.д.);
- структура спроса и предложения при строительстве новых зданий и замене остекления в существующих зданиях, так как архитектурные проекты, учитывающие пожелания потребителей, нередко содержат варианты остекления, несоответствующие условиям эксплуатации, например, очень модно использовать большие светопрозрачные конструкции с затемненным стеклом;
- наличие строгих нормативов по теплосбережению, соблюдение которых требует применения специально адаптированного остекления (например, содержащего низкоэмиссионные стекла).

При применении энергоэффективного остекления зданий и сооружений в России необходимо учитывать ряд климатических особенностей данного региона:

- большие перепады температур в течение года ($-50 \div +50$ °С), что может вызывать большие деформации стеклопакетов, приводить к их промерзанию и запотеванию;
- недостаток естественного освещения в осенне-зимний период, что требует использования стекол с высоким коэффициентом пропускания света;
- высокая солнечная активность в весенний период, приводящая к нагреву остекления и большим перепадам температур по толщине стекла и между освещенными и неосвещенными участками, что требует снижения коэффициента поглощения солнечной энергии для предотвращения разрушения стекла.

Большие перепады температур в течение года являются одним из самых существенных факторов при эксплуатации стеклопакетов в России. На практике часто встречается ситуация, когда температура и, соответственно, давление межстекольного пространства стеклопакета настолько сильно отличаются от условий, в которых он произведен, что это приводит к существенному изменению его потребительских свойств.

Наиболее распространены случаи, когда зимой в условиях низких температур температура и давление межстекольного пространства становятся значительно меньше допустимых для нормальной эксплуатации значений. В этом случае листы стекла сильно прогибаются навстречу друг другу. Такая ситуация нередко возникает при эксплуатации стеклопакетов из простого листового внешнего стекла и низкоэмиссионного внутреннего стекла (из-за более низкой температуры в межстекольном пространстве, чем при использовании двух обычных стекол). Как правило, такой стеклопакет либо запотеет, либо промерзнет, что естественно сказывается на его прозрачности и комфорте внутри помещения. Однако, в худшем случае, такая ситуация грозит разрушением стеклопакета от избыточных деформаций.

Учитывая, что не все производители стеклопакетов в России соблюдают температурный режим при сборке своих изделий в зимних условиях, приходится также сталкиваться со случаями разгерметизации уже установленных стеклопакетов при повышении температуры воздуха летом. При этом в межстекольном пространстве стеклопакета растет давление.

Недостаток естественного освещения в осенне-зимний период приводит к повышенным требованиям к прозрачности остекления, которые приходят в противоречие с архитектурным замыслом разработчиков и желанием их заказчиков, которые обеспечивают платежеспособный спрос. Выбор остекления с низким пропусканием приводит к значительному росту расходов на освещение, которые могут превышать запланированные, и противоречит Строительным нормам и правилам (СНиП). В то же время, чрезмерное поглощение солнечной энергии остеклением приводит в условиях России к гораздо более серьезным последствиям весной.

Высокая солнечная активность в весенний период приводит к нагреву освещенных частей остекления, возникновению больших перепадов температур по толщине остекления и между освещенными и неосвещенными участками остекления. Подобное воздействие на остекление может вызывать разрушение стеклопакета по нескольким причинам: избыточные

деформации или напряжения, возникающие при тепловом расширении стекла с высоким поглощением; напряжения, возникающие на границе освещенного и неосвещенного участков и т.д. К сожалению, приходится констатировать, что каждую весну в Москве и других регионах России, в которых идет активное строительство, наблюдается множество случаев разрушения установленных в осенне-зимний период стеклопакетов с тонированным стеклом, причем преимущественно на солнечной стороне зданий.

Столь плачевное положение определяется, в первую очередь не недобросовестностью поставщиков стекла или остекления, а отсутствием у разработчиков и строительных организаций опыта использования новых для них материалов. Существенную поддержку данному сектору рынка строительных материалов должна дать независимая консультационная система, которая помогала бы предсказывать последствия применения тех или иных составляющих в остеклении конкретного здания и предлагать безопасные в эксплуатации решения, которые соответствовали бы запросам потребителя, например, закаленное стекло. В АО "ГИС" такая служба действует и оказывает помощь строительным организациям, в основном, г. Москвы.

Первым шагом на пути создания данной системы в масштабах России должно стать создание нормативной базы по применению современных конструкций и материалов остекления. Уже сейчас идет разработка новых и пересмотр старых стандартов на многие виды стекла и изделий из него.

Однако непосредственную помощь проектировщикам и потребителям мог бы оказать некий программный комплекс, который позволял бы при помощи моделирования предсказывать все параметры проектируемого остекления и соответствие этих параметров предполагаемым условиям эксплуатации. То есть было бы желательно, чтобы можно было заранее определить - можно ли использовать ту или иную конструкцию остекления в данном проекте и получить рекомендации по возможным путям согласования необходимых потребительских свойств и условий эксплуатации за счет правильного выбора параметров остекления.

Решению этой проблемы в некоторой степени помогает наличие большого числа международных стандартов и отечественных СНиП, которые позволяют определить ряд характеристик вариантов остекления по некоторым исходным данным и без непосредственного измерения. Их недостатком является слабая связь между собой. Среди стандартов ИСО и СЕН следует упомянуть следующие:

- ISO 9050:1990 "Glass in building - Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance and ultraviolet transmittance, and related glazing factors";
- ISO 10292:1994 "Glass in building - Calculation of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing";
- prEN 673 "Thermal insulation of glazing - Calculation rules for determining the steady state "U" value (thermal transmittance) of glazing";
- prEN 410 "Glass in building - determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance and ultraviolet transmittance, and related glazing characteristics".

При помощи этих стандартов можно получить оптические и тепловые характеристики вариантов остекления, имея в качестве начальных данных лишь характеристики стекол и газов, заполняющих межстекольные промежутки в стеклопакете. Несмотря на простоту заложенной в них модели, полученные таким образом характеристики бывают весьма полезны, но в сложных случаях многокамерного остекления или при использовании стекол с особыми свойствами расхождение со значениями, получаемыми непосредственными измерениями все же слишком велико. Кроме того, модель, относящаяся к расчету тепловых характеристик, не позволяет выявить множество физических процессов, проходящих в остеклении и являющихся решающими при их эксплуатации, например, распределение температур по толщине остекления. Однако, в настоящее время программные продукты, использующие более сложные модели, практически отсутствуют, и широким слоям заинтересованных лиц они неизвестны.

В частности, для анализа тепловых и оптических характеристик вариантов остекления в АО "ГИС" используется программный комплекс, базирующийся на указанных стандартах ИСО [1] и [2] и России, позволяющий рассчитывать коэффициенты пропускания и поглощения света, пропускания и поглощения солнечной энергии, распределение температур по толщине остекления, термическое сопротивление. Этот комплекс используется как при проектировании новых зданий и сооружений, так и при экспертизе причин разрушения стекол в существующих. С его помощью удалось набрать весьма значительный объем результатов расчетов, подавляющее большинство из которых подтвердилось на практике. Одним из наиболее существенных результатов данных расчетов стало то, что большинство используемых в современном строительстве в России вариантов остекления не соответствуют нормативам, в частности, по теплозащите и коэффициенту естественной освещенности.

В настоящее время в АО "ГИС" и МИФИ идет работа по усложнению модели расчетов и включению анализа тепловых и оптических характеристик вариантов остекления в более общую задачу моделирования стеклопакета в здании как сложной системы, подвергаемой воздействиям внешней среды: деформациям, тепловым нагрузкам и т.д. Предполагается создать систему, которая могла бы, в идеале, продемонстрировать все наблюдаемые на практике состояния остекления и помогала бы с высокой точностью прогнозировать поведение конкретного участка остекления в здании. При этом на основании данных о конструкции остекления (характеристиках применяемых стекол и газов, геометрических параметрах системы) должны рассчитываться характеристики системы остекления в реальных и экстремальных условиях эксплуатации: сопротивление теплопередаче, распределение температур по толщине остекления, коэффициент пропускания света, коэффициент поглощения солнечной энергии, напряжения в стекле, прогибы стекол, звукоизолирующая способность и другие.

Существуют также нормативные документы по расчету других параметров остекления, в частности звукоизоляции, но и в этой области практика требует усложнения моделей для их более полного соответствия с реальными процессами.

Заключение

Новые строительные технологии еще только начинают проникновение на российский строительный рынок, потенциал которого просто огромен. Однако необходимо прилагать настойчивые усилия с тем, чтобы оградить потребителей от негативного впечатления, вызываемого неправильным применением предоставляющихся им широчайших возможностей. Практика применения остекления в России диктует особые подходы к проектированию и оценке результатов работы в области остекления.

Конечно, проблема моделирования при проектировании актуальна во всем мире, однако в России возникли проблемы, с которыми пока не сталкивались на более развитых и простых, в смысле климатических условий, рынках. Следует отметить, что на практике в России встречается такое количество разнообразных вариантов остекления, что непосредственное измерение параметров даже уже используемых вариантов представляется весьма сложным мероприятием. Если же говорить о планируемых конструкциях, то постановка натуральных экспериментов в существующих условиях слишком сильно подняла бы цену любого проекта.

В то же время, без знания параметров предлагаемых на рынке вариантов остекления, невозможно соблюдать установленные в последнее время высокие нормативы по теплосбережению и комфортности в помещениях. Современные материалы способны обеспечить соблюдение норм без особого усложнения конструкции, но информация по их достоинствам, недостаткам и правильному применению должна быть доступна потребителям и разработчикам.

Основной вывод, который мы сделали в ходе проводимых исследований, состоит в том, что разработчикам следует больше внимания уделять существенным потребительским свойствам остекления и соблюдению нормативов. При этом, конечно, не следует отказываться от всех возможных внешних эффектов, которые привлекают потребителя, но следует искать компромисс между эксплуатационными возможностями, техническими требованиями, ценой и

желанием заказчика. Уже сегодня можно оценить многие параметры остекления еще до его физической реализации, что позволит избежать грубых ошибок и заменит отсутствующий в России, но столь необходимый опыт.

Список литературы

1. ISO 9050:1990 “Glass in building - Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance and ultraviolet transmittance, and related glazing factors”;
2. ISO 10292:1994 “Glass in building - Calculation of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing”;
3. prEN 673 “Thermal insulation of glazing - Calculation rules for determining the steady state “U” value (thermal transmittance) of glazing”;
4. prEN 410 “Glass in building - determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance and ultraviolet transmittance, and related glazing characteristics”.
5. ГОСТ 26302-93 “Стекло. Методы определения коэффициентов направленного пропускания и отражения света”;
6. СНиП II-3-79 “Строительная теплотехника”;
7. СН 481-75 “Инструкция по проектированию, монтажу и эксплуатации стеклопакетов”;
8. МГСН 2.01-94 “Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению”;
9. СНиП 23-05-95 “Естественное и искусственное освещение”;
10. СНиП II-12-77 “Защита от шума”.