

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Семенова Эльвира Евгеньевна

кандидат технических наук, доцент

Ярошова Анастасия Олеговна

студент

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж

Аннотация. В данной статье представлены основные пути повышения энергоэффективности светопрозрачных конструкций. Приведен обзор технологических новинок, позволяющих уменьшить энергопотребление зданий. Предложены пути решения вопросов уменьшения энергопотерь зданий через светопрозрачные конструкции.

Ключевые слова: светопрозрачные конструкции, остекление, энергоэффективность, энергосбережение, аэрогель.

Нельзя не отметить актуальность проблемы повышения энергоэффективности зданий. Жилые здания массовой застройки до 2000 года отличаются низкими показателями теплозащиты, низкой эффективностью регулирования отопления, избыточной инфильтрацией наружного воздуха, которая впоследствии увеличивает расход тепловой энергии на его нагрев. Необходимость проведения капитального ремонта с целью повышения энергоэффективности является одной из первостепенных задач.

Данная тема не менее актуальна для нового строительства. Руководствуясь законом № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1], необходимо обеспечить эффективное и экономное использование энергетических ресурсов в процессе всего жизненного цикла здания.

Одним из самых крупных потребителей энергии является строительный комплекс. Специалисты всего мира занимаются поиском путей уменьшения энергопотребления посредством его рационального использования.

Учитывая результаты множественных исследований, которые посвящены изучению проблем энергосбережения, можно увидеть, что наибольшие затраты энергии приходятся на покрытие потерь при транспортировке энергии, на горячее водоснабжение, отопление, искусственное освещение, охлаждение воздуха в системах кондиционирования. Расход общего объема энергии направленного на отопление помещений в России составляет в среднем 72 %.

Постоянное повышение цен на коммунальные услуги, спровоцированное ростом цен на энергоносители, приводит к повышению общих требований к энергоэффективности зданий.

Пути повышения энергоэффективности светопрозрачных конструкций (СПК)

Энергоэффективность СПК определяется такими свойствами, как теплозащита, энергосбережение, светопропускающая способность, а также паропроницаемость светопрозрачного профиля.

Утечки тепла через светопропускающие конструкции бывают нескольких видов: вентиляционные и трансмиссионные.

Вентиляционные теплопотери, в первую очередь, представляют собой теплопроводность самого стекла. Для того чтобы добиться снижения теплопотерь, необходимо увеличить количество стекол в оконном профиле. Практика эксплуатации показывает повышение теплозащитных качеств СПК при замене двухкамерного ПВХ-профиля на трехкамерный.

Потери тепла, обусловленные конвекцией воздуха, это вторые по величине теплопотери. С теплопотерями данного типа позволяет справиться использование современных уплотнительных материалов, а также применение разнообразных вспененных материалов для герметизации в местах примыкания СПК к стене. Эти методы решают проблему снижения потерь энергии при установке не только одинарных стекол, но и стеклопакетов.

Трансмиссионные теплопотери представляют собой потери тепла через наружные ограждающие конструкции в следствии теплопередачи. Таким образом, снижение потерь данного вида возможно при использовании энергосберегающих стекол. Из этого следует, энергоэффективность конструкций из светопрозрачного материала зависит от:

- стеклопакета (тип стекла, количество камер, толщина стеклопакета, заполнение камер стеклопакета);
- оконного профиля (количество камер, материал рамки, отсутствие «мостиков холода», монтажная ширина профиля);
- качества монтажа.

Рассмотрим подробнее пути повышения энергоэффективности светопрозрачных конструкций.

Энергоэффективным принято называть остекление, позволяющее эффективно регулировать энергетические потоки через оконные конструкции, задерживая тепловые инфракрасные излучения внутри здания и не пропуская извне ультрафиолетовый спектр солнечного излучения [2].

Данное остекление – это стабильная экономия средств, так как оно эффективно поддерживает нужную температуру внутри помещения

Энергоэффективное остекление можно условно классифицировать на три вида:

- теплосберегающие стекла;
- солнцезащитные стекла;
- многофункциональные стекла (энергосбережение и солнцезащита).

Если в помещение попадает очень большое количество солнечных лучей, то наиболее актуален солнцезащитный тип стекол. Для того чтобы избежать перегрева, на стекла наносятся отражающие пленки из оксида титана, серебра или хрома в зависимости от предъявляемых требований к пропускной способности стекла.

К стеклам такого типа относятся:

- стекла окрашенные в массу;
- стекла с солнцезащитным неорганическим покрытием;
- стекла с солнцезащитной полимерной пленкой.

Теплосберегающие стекла имеют специальное ультратонкое прозрачное низкоэмиссионное покрытие, которое пропускает коротковолновое излучение, и не пропускает длинноволновое. Из этого следует, что солнечный свет беспрепятственно проникает внутрь помещения, а тепло от приборов отопления не выходит наружу.

Твердое энергосберегающее покрытие (К-стекло)

Для того чтобы придать флоат-стеклу энергосберегающие свойства, необходимо нанесение на поверхность горячего стекла методом химической реакции наносится тонкий слой специального металлооксидного покрытия. Такое покрытие получило название «твердого», поскольку отличается особой прочностью.

Простое стекло обладает излучательной способностью равной 0,84, К-стекло характеризуется величиной равной 0,2.

Благодаря этому свойству, а также нейтральному цвету, высоким теплоизолирующим характеристикам, К-стекло получило повсеместное распространение. К преимуществам такого стекла также относится возможность ламинирования и закалки.

К-стекло обычно применяется в помещениях, в которых необходимо оптимизировать энергозатраты. При этом низкоэмиссионное покрытие К-стекла обращается в межстекольное пространство.

Следует отметить, что К-стекло улучшает теплоизоляцию помещения, существенно сокращает величину теплопотерь, способствует снижению затрат на отопление, на порядок снижает вероятность выпадения конденсата на поверхностях стекла, а также предусматривает возможность остекления вместе с солнцезащитным стеклом. Благодаря прозрачному покрытию нейтрального цвета, К-стекло отличается высокой светопрозрачностью и визуально практически неотличимо от обычного стекла.

Мягкое энергосберегающее покрытие (I-стекло)

Следующим важным шагом в индустрии энергосберегающих стекол стал выпуск I-стекла, которое по своим свойствам превосходит К-стекло. Отличия между I-стеклом и К-стеклом заключаются в технологии производства, а также в значении коэффициента излучательной способности.

Производство I-стекла представляет собой напыление на его поверхность оптического низкоэмиссионного покрытия на основе окислов металлов с использованием высоковакуумного производственного оборудования, снабженного системой магнетронного распыления. Низкоэмиссионное покрытие I-стекла отличается великолепной светопропускающей способностью, высокой прозрачностью и еще более низким, по сравнению с К-стеклом, коэффициентом излучательной способности.

Использование энергосберегающих стеклопакетов с I-стеклом заметно повышают уровень комфорта внутри жилых комнат и позволяет добиться сокращения затрат на энергию и затрат на отопление [3].

По сравнению с К-стеклом, I-стеклу присущ основной недостаток - пониженная абразивная стойкость, которая представляет собой некоторые неудобства при транспортировке и установке. Следует отметить, что данный изъян никак не сказывается на эксплуатационных характеристиках стеклопакета, так как энергосберегающее покрытие I-стекла всегда располагается внутрь помещения.

К достоинствам низкоэмиссионных стекол относятся:

- обладание однокамерного стеклопакета с любым эмиссионным покрытием большим эффектом энергосбережения, по сравнению с обычными стеклами;
- обладание однокамерного стеклопакета с любым низкоэмиссионным покрытием большим эффектом энергосбережения, по сравнению с двухкамерным стеклопакетом с обычными стеклами;
- меньший вес однокамерного стеклопакета с энергосберегающим стеклом по сравнению с двухкамерным на 10 кг/м² (при толщине стекла – 4 мм), что обеспечивает более продолжительный срок эксплуатации оконного переплета и уменьшает нагрузку на оконную фурнитуру;
- обладание однокамерного стеклопакета с низкоэмиссионным покрытием большим светопропусканием, по сравнению с двухкамерным стеклопакетом с обычными стеклами;
- соответствие цены однокамерного стеклопакета с энергосберегающим стеклом двухкамерному стеклопакету с обычными стеклами при массовом производстве.

Мультифункциональное стекло (MF-стекло)

MF-стеклом называется мультифункциональное стекло с многослойным «мягким»

напылением. Такое стекло выполняет две задачи одновременно:

1. аналогично i-стеклу, оно увеличивает энергосберегающие характеристики стеклопакета;
2. сохраняет прохладу внутри помещения в летний период.

Мультифункциональное стекло обладает способностью отражать инфракрасное солнечное излучение наружу, не допуская при этом перегрева помещения. В зимний период такое оно позволяет сохранить тепло в помещении, работая по принципу энергосберегающего стекла. Благодаря своим свойствам, происходит значительное уменьшение затрат на отопление зимой и на кондиционирование воздуха летом, а, следовательно, сохраняется комфортный микроклимат в помещении.

MF-стекло является универсальным решением, так как сочетает в себе свойства солнцезащитного, энергосберегающего, тонированного, ударопрочного и самоочищающегося стекла одновременно.

Энергосберегающая пленка

Климат нашей страны является достаточно суровым в зимний период и жарким в летний. Проблема удержания ценного тепла в морозную погоду, а прохлады в летнюю очень актуальна. С целью решения этой задачи была разработана новаторская технология сохранения тепла — энергосберегающая пленка.

Энергосберегающая пленка представляет собой своеобразный тепловой щит, благодаря которому в помещении организуется уютный и комфортный микроклимат, позволяющий снизить затраты на прогрев зимой и на охлаждение летом.

Также не секрет, что солнечный спектр далеко не однороден по составу. Он содержит ультрафиолетовое и инфракрасное излучения, а так же видимый свет.

Принцип действия данной пленки заключается в том, что она отражает инфракрасные лучи, пропуская при этом видимый свет. Эта пленка имеет многослойную композитную структуру [4].

Такие способности покрытие имеет благодаря многослойной композитной структуре, образовываемой микроскопическими слоями из металла и керамики, наносимыми на базу с помощью технологии спаттеринга.

Если сравнивать такую пленку со стеклами класса «К» и «I», имеющимися в энергосберегающих стеклопакетах, то она более практична и проста в применении. К тому же пропускает большие объемы дневного света и, что важно, обходится куда дешевле, чем новые модернизированные стеклопакеты.

Также нельзя не отметить, что энергосберегающие пленки куда более дешевые, по сравнению со стеклами, обладающими аналогичными функциями.

Заполнение проемов стеклопакета

Однако наибольшее влияние на энергоэффективность светопрозрачных конструкций оказывает заполнение проемов конструкции.

Одним из высокоэффективных перспективных способов повышения теплоизоляционных свойств является применение стеклопакетов с светопрозрачной теплоизоляцией из аэрогеля диоксида кремния в качестве заполнения межстекольного пространства стеклопакета [5].

Аэрогель является легчайшим твердофазным изоляционным материалом, который одновременно совмещает в себе прозрачность и пористость. Газы, содержащиеся в порах аэрогеля, являются хорошим "транспортным средством" для передачи тепла. Аэрогель обладает высокой термической изоляцией – до 800 °С. Коэффициент преломления аэрогеля очень мал и составляет 1,0-1,05.

Аэрогель является необычным гелем: в нем нет жидкой фазы, она полностью замещена газообразной. Это и характеризует его рекордно низкую плотность - в 1,5 раза превосходящую плотность воздуха, и ряд других уникальных качеств: твердость, жаропрочность и другие. Еще одной удивительной характеристикой аэрогеля является его состав: состоит он на 99.8% из воздуха.

Существует три способа повышения сопротивления теплопередаче окон с аэрогелем.

1. Увеличивая среднюю длину свободного пробега молекул газа по сравнению с диаметром пор аэрогеля, в результате чего газовые молекулы сталкивались бы более часто со стенками пор, чем друг с другом, путем замены воздуха газом с более низкой молекулярной массой.
2. Уменьшая диаметр пор аэрогеля во время его изготовления.
3. Снижая давление газов в пределах аэрогеля [5].

Применение гранулированного аэрогеля в роли заполнителя межстекольного пространства так же имеет место. Такая замена обеспечивает значительное снижение стоимости производства, что позволяет получить большую рентабельность для промышленного производства.

Исходя из этих данных, можно утверждать, что аэрогель является достаточно перспективным материалом. Благодаря своим удивительным свойствам он позволяет значительно повысить теплоизоляционные характеристики современных стеклопакетов. Данному виду заполнения присущи свои минусы: снижение значения теплопроводности, которое нивелируется при помощи увеличения толщины заполнения. Вдобавок к этому, такой стеклопакет зачастую теряет свою прозрачность и взамен приобретает матовость. К счастью, этот недостаток не влияет на светопропускаемость. К преимуществам аэрогеля относится водоотталкивание, что обеспечивает высокую звукоизоляцию и предотвращает выпадение конденсата. Стеклопакеты с аэрогелем защищают от бликов и прямых солнечных лучей.

Заключение

На сегодняшний день, строительная промышленность многих стран выпускает, в основном, двухстекольные окна в раздельно-спаренном исполнении или с однокамерными стеклопакетами. Сопротивление теплопередаче таких окон примерно 0,32-0,38 м²К/Вт. Такие показатели едва ли удовлетворяют нормативным значениям. В ряде стран (например, Швеции) в жилых домах применяют трех- и 4-стекольные окна [2].

Трехстекольные окна отличаются более высокими теплозащитными свойствами в диапазоне 0,46-0,6 м²К/Вт. Но за счёт увеличения количества стекол происходит снижение светопропускания. В таком случае, для того чтобы добиться нужной освещённости, необходимо увеличивать площадь светопрозрачных конструкций. Но такой подход значительно снижает теплоизолирующий эффект тройного стеклопакета.

Для того чтобы сократить потери тепла необходимо осуществить ряд таких новых мероприятий, как применение энергосберегающих стекол или использование энергоэффективных стекол (с напылением). Использование энергосберегающих стеклопакетов позволяет решить проблему снижения потерь тепла при излучении через остекление при помощи таких технологических новинок, как напыление на стекло невидимого покрытия из благородного металла, способно значительно увеличить теплосберегающий эффект. При этом, стоимость такого окна снижается на 18-25%.

К основным способам повышения энергосбережения относится увеличение количества камер, замена стекол на более технологичные, улучшение качества монтажа. Однако наиболее перспективным является применение современных энергосберегающих стекол и стеклопакетов, а так же заполнение проемов аэрогелем [6].

Уже сейчас учеными рассматривается применение аэрогеля с повышенной прозрачностью в качестве замены оконному стеклу. Такие окна будут обладать недостижимым сейчас коэффициентом теплопроводности, а так же способствовать поддержанию комфортной температуры внутри помещения.

Таким образом, очевидно, что в настоящее время производители предлагают широкий ассортимент строительных стекол с различными функциональными свойствами, которые позволяют успешно решать проблемы энергоэффективного остекления. Однако следует отметить, что все эти стекла существенно различаются по своим характеристикам. Поэтому прежде чем решать вопрос о выборе конкретных видов стекол для остекления конкретного здания или сооружения, необходимо провести соответствующие исследования с учетом назначения здания или помещения, стороны света, к которой обращено остекление, размеров световых проемов, требований к естественной освещенности, инсоляции, теплозащите, шумозащите, прочности, безопасности и т.д. и т.п. Грамотное проведение таких исследований

позволит выбрать рациональное конструктивное решение остекления, создать комфортные условия в помещениях и обеспечить эффективное использование энергоресурсов на отопление, вентиляцию и освещение зданий.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" [Электронный источник] / http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (дата обращения 20.09.2019)
2. Давыдова Е.И., Гнам П.А., Тарасова Д.С. Светопрозрачные конструкции и методы повышения их энергоэффективности // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. - № 5 (32). - С. 112-128.
3. Семенова Э.Е., Богай В.А. Исследование энергосберегающих технологий при проектировании светопрозрачных конструкций общественных зданий на примере низкоэмиссионных стекол //Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. - Новосибирск. - 2018. - № 5. – С. 73-74.
4. Хамраев С. И. Разработка систем солнечного электро- и теплоснабжения в типовых жилых домах, построенных в сельской местности Кашкадарьинской области Узбекистана // Молодой ученый. — 2017. — №24. — С. 215-217.
5. Ковалев А.В., Заморов А.А. Применение стеклопакетов с использованием аэрогеля // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Красноярск, 2014. 156 с.
6. Бауыржан Ж., Баянбай Н. А., Оразканов Б.Б.. Система управления электрообогреваемого стекла // INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW . – 2015. № 9 (10). – С. 16-19.