

ЧТО ТАКОЕ 'ТЕПЛОЕ ЗЕРКАЛО'?

Окно в жизни человека играет огромную роль. Оно обеспечивает его визуальную связь с внешним миром, гармонично вводит окружающий пейзаж в домашний быт, предоставляет возможность жить и трудиться в условиях естественного освещения. Сегодня окно больше несет тепло-, воздухо- и звукозащитные функции, являясь в тоже время структурно-декоративным элементом внутреннего интерьера и архитектуры здания.

Среди широкого спектра современных технических решений, начиная от использования энергоэффективных теплоотражающих стекол с селективными покрытиями для заполнения межстекольного пространства стеклопакетов тяжелыми газами (аргон, криптон, SF₆), а также комбинаций этих решений особняком пока стоит одна из наиболее перспективных и требующих более пристального внимания и анализа технология стеклопакетов “Heat MirrorTM” (“Теплое ЗеркалоTM”) американской компании Southwall Technologies.

Создание этой технологии имеет свою историю. Началась она во времена энергетического кризиса на Западе. Тогда, в начале 70-х годов группа профессоров из Массачусетского Технологического Института (США) поставила перед собой задачу широкого использования достижений военно-космической отрасли для целей энергосбережения в быту. Взяв за основу передовые технологии напыления низкоэмиссионных покрытий, применяемых для защиты от радиационного и других видов излучений прозрачных частей скафандров космонавтов и самолетов-невидимок “Стэлз”, ученые предложили целый ряд изобретений с последующей доработкой и внедрением их в промышленность. Одним из таких изобретений является стеклопакет “Теплое ЗеркалоTM”.

“Теплое Зеркало” большинством экспертов признано наиболее универсальной современной системой остекления. “Теплое Зеркало” прозрачно, но с высокой эффективностью отражает тепловые лучи.

Американская фирма “Southwall Technologies Inc.”, находящаяся в Пало-Алто (Калифорния), предложила использовать “Теплое Зеркало” в оконной индустрии в 1980 году. “Теплое Зеркало” стало самым первым типом остекления со светопрозрачным низкоэмиссионным покрытием, и по сей день ему нет равных в использовании для любых типов зданий и сооружений.

Как работает “Теплое Зеркало”?

Принцип действия “Теплого Зеркала” может быть выражен следующим образом:

- “Теплое Зеркало” отражает тепло в сторону его источника: в летнее время, чтобы предотвратить проникновение тепла в помещение, оно отражает наружу, а зимой, когда необходимо максимально сохранить тепло, - внутрь помещения. Уникальная конструкция “Теплого Зеркала” объединяет положительные характеристики двухкамерного остекления и низкоэмиссионного покрытия стекла, позволяя достичь наиболее высоких показателей термического сопротивления окон, близким по значениям к термическому сопротивлению стен. В основе предложенного решения лежит учет всех особенностей передачи тепловой энергии через светопрозрачные ограждающие конструкции, которая осуществляется тремя основными способами: теплопроводностью, конвекцией и тепловым излучением.

Теплопроводность представляет собой перенос теплоты при непосредственном соприкосновении частиц тела, имеющих разные температуры. Теплопроводность в чистом виде часто имеет место в обрамляющих элементах окна, например, в деревянных рамах. В остекленных же частях окон перенос энергии за счет диффузии молекул и атомов какого-либо газа, заполняющего межстекольное пространство, всегда сопровождается движением частиц этого газа из области с одной температурой в область с другой. Это явление называют конвекцией.

На потери тепла через остекление путем теплопроводности и конвекции (примерно по 15%) невелики в сравнении с третьей составляющей теплообмена – тепловым излучением. Это процесс передачи теплоты с помощью электромагнитных волн, состоящий в превращении внутренней энергии тела в энергию излучения на поверхности тела, излучающего тепло, и лучистой энергии в тепловую на поглощающей лучистое тепло поверхности.

Стремление к снижению передачи тепла в окнах излучением выразилось в широком распространении в мире низкоэмиссионных, так называемых “Low-E” покрытий.

Но “Суперокнами” в публикациях последних лет все чаще называют оконные конструкции, в которых применен стеклопакет “Тепловое Зеркало™”, выполненный по технологии компании Southwall Technologies. И это не случайно. Натяжение одной или двух низкоэмиссионных пленок в межстекольном пространстве решает проблему громоздких оконных конструкций с трех- и четырехслойным остеклением, а в комбинации с аргоном или криптоном настолько повышает энергоэффективность окон, что они начинают выполнять уже не просто ограждающую, но и отопительную функцию. Верный стратегический расчет, невиданная гибкость в “настройке” здания в зависимости от ориентации, эстетически грамотная методика выбора остекления плюс серьезная научно-техническая база позволили компании Southwall Technologies быстро достичь успеха на американском рынке, выдержать серьезное давление со стороны производителей традиционных стеклопакетов и начать успешно внедрять свои технологии в европейских странах и странах других континентов.

Принадлежащее исключительно компании “Southwall Technologies” и защищенное несколькими международными патентами покрытие пленки “Southwall Technologies” было разработано в результате исследований в области Американской аэрокосмической и военной программы. Это покрытие имеет от шести до двенадцати слоев атомарной толщины различных материалов и практически невидимо для глаза. При этом оно селективно отражает, поглощает или пропускает электромагнитные излучения различных длин волн. Характеристики покрытия заданы таким образом, что оно пропускает через стекло видимую часть света, но отражает инфракрасные (тепловые) и блокирует вредные ультрафиолетовые лучи.

В качестве основного компонента стеклопакета “Тепловое Зеркало™” используется оптическая полимерная полиэтилентерефталатная пленка толщиной 75 мкм с низкоэмиссионным напылением (с примерной структурой: диэлектрик (30 нм) \ металл (10-20 нм) \ диэлектрик (30 нм) \ металл и т.д.). Эти покрытия, количество которых колеблется от 8 до 12 в зависимости от типа и функционального назначения пленки, наносятся методом вакуумного магнетронного напыления для придания необходимых спектрально-селективных свойств. Слои металлов (золото, серебро, оксид индия и др.) обеспечивают селективное пропускание электромагнитных волн в спектре излучения, прозрачные же для излучения слои диэлектрических покрытий защищают металлы от окисления. По сочетанию двух основных свойств – степень черноты менее 0,05 и прозрачность в видимом диапазоне более 80%-некоторым пленкам Southwall Technologies сегодня нет равных в мире.

Вследствие установки и натяжения только одной такой пленки в межстекольном пространстве не только отсекаются огромные (70%) потери теплоты путем излучения, но и уменьшается конвекция, что в совокупности увеличивает сопротивление теплопередаче конструкции остекления на 50%. Небольшой вес, нормативная светопрозрачность и звукозащитные качества дополняют техническую характеристику этой технологии.

В настоящее время изготавливаются и применяются примерно 12 видов пленки “Тепловое Зеркало™”-от прозрачной до бронзовой и золотистой. Пленки маркируются в зависимости от светопропускающей способности – HPR 38, HPR 28, HPR 18, а также HM 88, TC 88, SC 75, HM 77...HM 22, где цифрой обозначен максимум пропускания видимого света в процентах.

Пленки марки HM 88 и пленка с двухсторонним покрытием марки TC 88 – практически прозрачны и рассчитаны на применение в стеклопакетах в северных климатических зонах, где важны дополнительные теплопоступления от солнца для обогрева помещений.

Такие окна могут выполнять роль пассивных гелиосистем. Для климатических условий стран со значительной солнечной нагрузкой по всей ее территории – интенсивность солнечных энергопоступлений на вертикальные поверхности конструкций зданий в отопительный период сопоставима с июльскими.

Расчет теплового баланса месячных теплопотерь и инсоляционных теплопритоков через несколько типов окон при различной их ориентации для января показал, что для исследованного стеклопакета “Тепловое Зеркало™” марки TC 88 (4\12\12\4) при его ориентации на юг поступления тепла в отопительный период через 1 м² вертикально расположенной светопрозрачной

конструкции превышают теплопотери. Поэтому применение таких стеклопакетов возможно в любых строительных сооружениях, они обеспечивают не только высокие теплозащитные характеристики окон, но и дополнительный обогрев помещений, а также защиту интерьера от выцветания. В первую очередь это важно для жилых и общественных зданий массового строительства, а также аэропортов, музеев, памятников архитектуры, магазинов и ресторанов.

Стеклопакеты с пленками марок HM 77, HM 66 и SC 75 обладают более высокой отражающей способностью и рекомендуются к применению в окнах на южных и западных фасадах с большой площадью остекления и в любых зданиях, где требуется хорошая светопроницаемость и одновременно высокая солнцезащита. Это могут быть школы, больницы, музеи, библиотеки. Целесообразно также устанавливать стеклопакеты на вертикальных плоскостях теплиц, соляриев, зимних садов и оранжерей. Внешне стеклопакеты с пленками указанных марок похожи на HM 88, но обладают не меньшим солнцезащитным действием, чем матовые или затемненные стекла, так часто используемые в банках и торговых центрах.

В свою очередь стеклопакеты с пленками марок HM 55 и HM 44 обеспечивают еще большую степень солнцезащиты и применяются при наклонном остеклении нежилых зданий, где требуется более сильная солнцезащита и достаточная светопроницаемость – оранжереи, помещения с вертикальным остеклением, обращенным преимущественно на юг и т.д.

Максимальной солнцезащитой и высокой степенью отражения обладают стеклопакеты с пленками марок HM 33 и HM 22. Именно поэтому они широко используются в крупных нежилых зданиях с естественным освещением, поступающим сквозь остекленные крыши, а также при наклонном остеклении соляриев для защиты от вредных излучений.

Особняком стоит класс пленок HPR, прозрачных с одной стороны и зеркальных с другой. Такие пленки, получившие у нас название “интим”, могут защитить от посторонних глаз банк, офис, любое помещение на первом этаже, оставляя его сравнительно прозрачным изнутри.

Необходимо особо подчеркнуть следующую особенность. Вследствие уменьшения температурных колебаний возле окон с “Тепловым ЗеркаломTM” создаются благоприятные условия для роста и комнатных растений. Кроме того, условия для роста и развития растений зависят от количества и качества попадающего в помещение естественного света. Качество света зависит от способности остекления идентифицировать и пропускать именно полезные излучения (видимый свет и фотосинтетические активные излучения), контролируя при этом температурные напряжения и вредные излучения (инфракрасные и ультрафиолетовые). Чувствительные к длине волны излучений пленки “Тепловое ЗеркалоTM” обеспечивают повышение качества света и, как следствие, комфортные условия для роста растений.

Небольшой вес, высокая отражающая способность в диапазоне инфракрасного как коротковолнового, так и длинноволнового излучения, возможность выбора типов пленки с различными показателями светопропускания и солнцезащиты в зависимости от характера климатических условий, уровня теплоизоляции окон, этажности и ориентации здания по сторонам света, позволяют говорить о системном комплексе оптимального размещения и проектирования светопрозрачных конструкций со стеклопакетом “Тепловое ЗеркалоTM” в различных точках планеты. Поэтому продукт “Тепловое ЗеркалоTM” находит применение как в холодных Финляндии, Норвегии, на Аляске, так и в жарких Саудовской Аравии и Кувейте.

Какова эффективность “Теплового Зеркала” в сравнении с другими типами остекления?

Характеристики стеклопакета “Тепловое зеркало” заданы таким образом, что он пропускает через окно видимую часть света, но отражает инфракрасные (тепловые) и блокирует вредные ультрафиолетовые лучи.

Теплозащитные свойства стеклопакета “Тепловое зеркало” толщиной 24 мм соответствуют кирпичной стене 0,51 м. Этот продукт признан экспертами в качестве наиболее универсальной и эффективной системы современного остекления, и считается непревзойденным типом остекления для жилых домов и общественных зданий, для торговых и гражданских сооружений.

Уникальная конструкция стеклопакета “Теплого зеркала” позволяет достичь наиболее высоких в индустрии показателей термического сопротивления окон, которые вблизи по своим значениям к термическому сопротивлению стен, сохраняя полную прозрачность.

Стеклопакет “Теплое зеркало” позволяет поддерживать тепловое равновесие в помещении в течение круглого года при минимальном расходе энергии на отопление и кондиционирование. Кроме того, технология стеклопакета “Теплое зеркало” позволило достичь небывалого коэффициента теплопередачи для окон $0.838 \text{ (м}^2 \times \text{С) \ \ Вт}$ (по СН и Пц РМ этот коэф.= 0,42), что в 2 раза выше требуемых норм, т.е. затраты на отопление и кондиционирование можно снизить в 2 раза.

Стеклопакеты “Теплое зеркало” создают условия комфорта, которые недоступны при установке обычного остекления.

Этот комфорт можно выразить следующим образом:

- - отсутствие потоков холодного воздуха и ощущения холода вблизи окон в зимнее время
- - снижение тепловых потерь зимой на 60%
- - отсутствие солнечного перегрева летом без использования штор или затемненных стекол
- - снижение затрат на кондиционирование летом на 30%
- - более равномерная температура в помещении в течении всего года, при температуре у окон близкой к средней
- - на 18% эффективнее противодействует внутреннему запотеванию
- - улучшенная звукоизоляция
- - отсутствие выцветания обоев, картин, обивки мебели и ковров

Подобный набор свойств не доступен ни одному другому типу остекления.

Влияние типа окна на температуру поверхности внутреннего стекла

Тип остекления	Наружная температура воздуха	Температура внутреннего стекла
Однокамерный	- 18°C	+ 8°C
Двухкамерный	- 18°C	+ 12°C
“Теплое зеркало”	- 18°C	от + 19°C

Изоляционное действие стеклопакета “Теплое зеркало” в два раза выше, чем у обыкновенных стеклопакетов.

Стеклопакеты “Теплое Зеркало” (СТЗ) отличаются от обычных однокамерных стеклопакетов тем, что имеют специальным образом обработанную пленку, которая натянута как мембрана между двумя стеклами. В результате создается двухкамерный стеклопакет, который имеет вес, толщину и прозрачность обычного однокамерного, но отличается высокими показателями

термического сопротивления. В сравнении с обычным однокамерным стеклопакетом, тройное остекление уменьшает лишь конвективную, а низкоэмиссионное покрытие стекла – лишь лучевую составляющую теплопередачи. “Тепловое Зеркало” значительно снижает тепловые потери и приток тепла через остекление, уменьшая как конвективную, так и лучевую теплопередачу. “Тепловое Зеркало” позволяет поддерживать тепловое равновесие помещений круглый год при минимальном расходе энергии на отопление.

“Тепловое Зеркало” имеет наиболее высокие в индустрии показатели термического сопротивления и является единственным продуктом, который улучшает одновременно все параметры остекления, позволяя снизить потери тепла зимой, защитить от перегрева в летнее время, уменьшить уровень наружного шума, предотвратить появление конденсата на стеклах и заблокировать проникновение в помещение вредных ультрафиолетовых лучей. Имея неоспоримые преимущества по сравнению с другими типами остекления, “Тепловое Зеркало” является еще и наиболее дешевой оконной продукцией, с точки зрения срока окупаемости понесенных затрат.

Высокое значение термической изоляции

Установка “Теплового Зеркала” позволяет получить параметры термической изоляции, вдвое превосходящие таковые для окон с однокамерными стеклопакетами и намного превышающими параметры термического сопротивления тройного остекления или стеклопакетов с низкоэмиссионными стеклами. Учитывая то, что до 60% энергии отопления и кондиционирования зданий теряется через окна, параметры термической изоляции окон могут иметь огромное влияние на стоимость строительства и содержания сооружений. Окна с “Тепловыми Зеркалами” называют “самоокупаемыми окнами”. Повышенные затраты на установку “Тепловых Зеркал” быстро окупаются в процессе эксплуатации новых зданий за счет экономии на системах отопления и кондиционирования. Затраты на установку “Тепловых Зеркал” при реставрации старых зданий окупаются в течение трех-пяти лет, в то время, как замена старых окон на окна с обычными однокамерными стеклопакетами окупается только в течение 15-20 лет.

Улучшенная звукоизоляция

Наружный шум часто становится неудобством для жизни. Вот почему улучшенная звукоизоляция может явиться серьезным критерием выбора типа остекления. Показатель звукоизоляции “Теплового Зеркала” превышает таковой для обычных двухстекольных стеклопакетов на 35% и более. Эта техническая характеристика “Теплового Зеркала” особенно важна при установке в зданиях, расположенных на основных магистралях городов и в районе работы устройств, создающих значительный шум.

Защита от ультрафиолетового излучения

“Тепловое Зеркало” представляет практически 100%-ую защиту от УФ излучения. Обычные стекла пропускают до 70% вредных УФ лучей, которые вызывают выцветание

ковров, занавесей, картин и мебели. Стекла с низкоэмиссионными покрытиями уменьшают до некоторой степени вредное влияние УФ, хотя даже лучшие из таких стекол пропускают большую часть этого излучения. Защита от УФ лучей особенно важна для витрин магазинов с одеждой, мебелью и другими подверженными выцветанию изделиями, а также в остеклении библиотек, художественных галерей и музеев.

Популярное заблуждение приписывается УФ лучам, проходящим через окна. Их бактерицидные свойства не имеют никакого научного обоснования. Фактически только высокие дозы жесткого УФ облучения, которые достигаются при длительном облучении кварцевыми лампами, могут очистить помещение от некоторых видов бактерий.