

## **Стекла для энергоэффективного остекления**

Е.А. Черемхина, к.т.н. А.Г. Чесноков, ОАО "Институт Стекла", Москва

В последние годы в России все больше внимания уделяется вопросам энергосбережения и экономии энергоресурсов в строительстве. Правительством России, Минстроем РФ (Госстроем России), Правительством Москвы принят ряд документов, ужесточающих требования к тепловой защите зданий и сооружений. При решении вопросов теплосбережения в зданиях основной проблемой является тепловая защита оконных проемов, поскольку через них теряется до 50-55 % тепла из помещений. Проблема эта комплексная, требующая рассмотрения множества конструкционных и технологических вопросов, в том числе по рамам, запорным устройствам для окон, устройствам для вентиляции помещения. Данная статья, как следует из названия, посвящена стеклам, которые применяются в энергоэффективном остеклении, то есть остеклении, способствующем снижению тепловых потерь из здания в холодное время года (суток) и ограничению поступления в здание избыточного солнечного излучения в теплое время года (суток).

Итак, для организации энергоэффективного остекления помимо обычного бесцветного стекла в современном строительстве применяют специальные виды стекол, которые условно можно классифицировать на три группы:

- энергосберегающие стекла;
- солнцезащитные стекла;
- многофункциональные стекла.

Рассмотрим каждую из этих групп подробнее.

### ***Энергосберегающие стекла***

В соответствии с законами физики потери тепла через остекление описываются тремя процессами:

- прямой теплопередачей через материалы ограждающей конструкции (стекло и газовый промежуток);
- конвекционным переносом тепла в газовом промежутке;
- излучением.

При этом до 70 % потерь тепла через остекление происходит за счет излучения нагретых тел, поэтому наиболее эффективный путь снижения этих потерь - уменьшить излучение.

Энергосберегающими называют стекла со специальным низкоэмиссионным покрытием, уменьшающим коэффициент тепловой эмиссии (излучения) стекла и позволяющим снизить потери тепла через остекление. Применение этого вида стекол особенно актуально в районах с холодным и умеренным климатом.

Низкоэмиссионное покрытие представляет собой тончайшую невидимую для глаза пленку из слоев оксидов и чистых металлов на поверхности стекла, практически не влияющую на пропускание и отражение стеклом видимого света, но в то же время хорошо отражающую инфракрасные тепловые лучи. Благодаря этому свойству низкоэмиссионного покрытия энергосберегающие стекла свободно пропускают в здание энергию солнечного излучения и препятствуют выходу из помещения тепловой энергии (например, от людей и отопительных приборов).

Наибольший эффект от использования энергосберегающих стекол (максимальное снижение тепловых потерь через остекление) достигается при использовании их в составе стеклопакетов, причем поверхность стекла, на которую нанесено низкоэмиссионное покрытие, должна быть обращена внутрь стеклопакета. При монтаже стеклопакета в окно, энергосберегающее стекло, как правило, располагается внутри здания.

В зависимости от стойкости к внешним воздействиям низкоэмиссионные покрытия делятся на:

- твердые - покрытия, у которых стойкость к истиранию и химическая стойкость соответствуют стойкости стекла;
- мягкие - покрытия, которые не выдерживают агрессивных воздействий окружающей среды.

Твердые покрытия, как правило, наносят методом пиролиза в процессе производства стекла. Основным достоинством твердых покрытий является их высокая стойкость к внешним воздействиям, что позволяет транспортировать, хранить, обрабатывать, эксплуатировать стекла с такими покрытиями, как обычное стекло. Основным недостатком стекол с твердыми низкоэмиссионными покрытиями является их сравнительно большой коэффициент эмиссии.

Мягкие покрытия обычно наносят методом вакуумного напыления вне процесса производства стекла. Основным достоинством стекол с мягкими низкоэмиссионными покрытиями является их маленький коэффициент эмиссии. Основным недостатком мягких покрытий является их низкая стойкость к внешним воздействиям, поэтому стекла с такими покрытиями требуют специальных мер защиты при транспортировании, хранении, обработке и эксплуатации. В частности, их рекомендуется использовать в стеклопакетах, заполненных инертным газом, покрытием внутрь стеклопакета.

В принципе, покрытие можно нанести на листовое стекло любой толщины, но серийно стекла с низкоэмиссионным покрытием изготавливаются толщиной 4 и 6 мм.

Часто в литературе используется следующее обозначение энергосберегающих стекол:

К-стекло – стекло с твердым низкоэмиссионным покрытием;

И-стекло – стекло с мягким низкоэмиссионным покрытием.

Основной характеристикой энергосберегающих стекол является коэффициент тепловой эмиссии. Чем меньше значение этого коэффициента, тем лучше «работает» стекло. Коэффициент эмиссии стекол с твердым покрытием обычно равен 0,15 – 0,18, стекло с мягким покрытием 0,03 – 0,12. (Для сравнения, коэффициент эмиссии обычного листового стекла приблизительно равен 0,84.)

В таблице 1 приведены торговые наименования стекол с низкоэмиссионным покрытием наиболее известных зарубежных и отечественных фирм, предлагающих свою продукцию на российском рынке.

Таблица 1

Производитель стекла	Наименование стекла с низкоэмиссионным покрытием	
	твердое покрытие	мягкое покрытие
Pilkington (Англия)	Pilkington K Glass™	Pilkington Optitherm™ Pilkington Optitherm™ S Pilkington Optitherm™ SN
Saint-Gobain (Франция)	SGG EKO SGG EKO PLUS	SGG PLANISTAR SGG PLANITHERM SGG PLANITHERM FUTUR SGG PLANITHERM FUTUR N SGG PLANITHERM SOLAR
Glaverbel (Бельгия)	Planibel G	Planibel Plus

		Planibel Top N
Interpane (Германия)	-	Iplus
Guardian (США)	-	LOW-E 1.1N
Euroglas (Германия)	-	SILVERSTAR 1.1 Neutral SILVERSTAR 1.0 E
ООО «Профиль-С» (Россия)	-	С теплосберегающим покрытием ТОП
ОАО «Стекломаш» (Россия)	-	С теплоотражающим покрытием
ОАО «Саратовский институт стекла» (Россия)	-	С низкоэмиссионным покрытием SE-V С низкоэмиссионным покрытием SLE

### *Солнцезащитные стекла*

Солнцезащитные стекла характеризуются способностью избирательного пропускания, поглощения и отражения солнечного излучения в различных областях спектра и предназначены для защиты помещений от проникновения избыточных солнечных лучей.

К солнцезащитным стеклам относятся:

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

Для получения окрашенных в массу стекол в состав сырьевых материалов вводят специальные вещества – красители. Формование стекла производят, как правило, флоат-способом. Для строительства обычно изготавливают стекла зеленого, голубого, бронзового и серого цветов, хотя возможно производство стекол любого цвета. Особенностью окрашенных в массу стекол является то, что в зависимости от толщины стекла меняется насыщенность цвета: тонкие стекла имеют более светлый оттенок, толстые – более темный.

Стекла с солнцезащитным неорганическим покрытием, как и стекла с низкоэмиссионным покрытием, изготавливают методом пиролиза (твердые покрытия) или методом вакуумного напыления (мягкие покрытия). Покрытия могут иметь самые разнообразные цвета и наноситься как на бесцветные, так и на окрашенные в массу стекла. Особенностью стекол с солнцезащитным покрытием является то, что стекло с покрытием

может иметь различный цвет в зависимости от того, как производить наблюдение: в отраженном или проходящем свете, со стороны покрытия или со стороны без покрытия. Это важно учитывать при установке стекол с покрытием в системы остекления.

В таблицах 2 и 3 приведены торговые наименования окрашенных в массу стекол и стекол с солнцезащитным покрытием наиболее известных фирм, представленных на российском рынке.

Таблица 2

Производитель стекла	Наименование окрашенного в массу стекла
Saint-Gobain (Франция)	SGG PARSOL
Pilkington (Англия)	Pilkington OPTIFLOAT™ Tinted Pilkington Arctic Blue™ Pilkington EverGreen™
Glaverbel (Бельгия)	PLANIBEL
Guardian (США)	Tinted (Colored) Float Glass
ОАО «Саратовский институт стекла» (Россия)	Светотеплозащитное Теплопоглощающее

Таблица 3

Производитель стекла	Наименование стекла с солнцезащитным покрытием	
	твердое покрытие	мягкое покрытие
Saint-Gobain (Франция)	SGG ANTELIO SGG REFLECTA-SOL SGG STARELIO	SGG COOL-LITE
Pilkington (Англия)	Pilkington Eclipse™	Pilkington Suncool™ Classic Pilkington Suncool™ High Performance Pilkington Suncool™ Low Reflection
Glaverbel (Бельгия)	Stopsol Classic Stopsol Supersilver Stopsol Silverlight	SOLARBEL
Guardian (США)	-	SUN-GUARD
ООО «Профиль-С» (Россия)	-	С тонированным покрытием ТОН
ОАО «Саратовский институт стекла» (Россия)	-	Рефлектное SN, T, DB
ООО «Стеклотон» (Россия)	-	Классика, Голубой тон, Серебристый тон, Золотистый тон, Титановый тон, Стальной тон
ООО «Пилот»	-	Амур-1 - Амур-5

Трейд» (Россия)		
ООО «Марийское зеркало» (Россия)	-	ML-1 - ML-5

Стекла с солнцезащитной полимерной пленкой – это бесцветные или окрашенные в массу стекла, на которые наклеена полимерная пленка, выполняющая ту же функцию, что и солнцезащитное неорганическое покрытие. Помимо солнцезащитных пленок существуют специальные защитные пленки, которые снижают риск ранения людей при разрушении стекол (осколки стекла остаются приклеенными к полимерному слою, не разлетаются и не выпадают из рамы). Такие пленки также могут обладать солнцезащитными свойствами.

Наиболее известные в России фирмы, занимающиеся установкой на стекла полимерных пленок различного назначения – это ЗАО «Соларекс» (дилер американской корпорации CPFilms Inc. - производителя пленок LLumar) и компания «Солар Гард» (представитель корпорации Bekaert Specialty Films/Solar Gard).

Основными характеристиками солнцезащитных стекол являются коэффициенты пропускания, отражения и поглощения видимого света и солнечной энергии. Эти характеристики могут существенно отличаться для различных видов солнцезащитных стекол, что необходимо учитывать при проектировании остекления. По сравнению с обычным стеклом солнцезащитные стекла всегда имеют более низкий коэффициент пропускания света и, как правило, более высокий коэффициент поглощения света, из-за чего они могут иметь ограничения по применению в наружном остеклении зданий и сооружений.

Так, например, стекла, имеющие коэффициент поглощения света более 25 %, при освещении солнцем сильно нагреваются, поэтому такие стекла обязательно должны быть закаленными, для предотвращения их разрушения в случае неравномерного нагрева и образования большого перепада температур. Некоторые виды стекол с солнцезащитным покрытием имеют высокий коэффициент отражения света. Такие стекла не рекомендуется использовать в нижних этажах зданий, чтобы отражения фар не слепили водителей.

## *Многофункциональные стекла*

В строительстве многофункциональными стеклами обычно называют стекла с покрытиями, сочетающими свойства низкоэмиссионного и солнцезащитного покрытий. Такие покрытия наносятся как на бесцветное, так и на окрашенное в массе стекло, бывают твердыми и мягкими и обладают теми же преимуществами и недостатками, что и другие виды покрытий.

В таблице 4 приведены торговые наименования стекол с многофункциональным покрытием некоторых фирм.

Таблица 4

Производитель стекла	Наименование стекла с многофункциональным покрытием	
	твердое покрытие	мягкое покрытие
Saint-Gobain (Франция)	-	SGG COOL-LITE K SGG COOL-LITE SK
Glaverbel (Бельгия)	SUNERGY	-
Guardian (США)	-	SUN-GUARD Hight Performance LE Neutral 52 NeutralPlus 54 Superneutral 63 Natural 62 Silver 43, 50 Green 41, 52 Blue 59

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.

2004