

О светопропускании энергосберегающего остекления

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

Одной из важнейших проблем современного строительства является уменьшение тепловых потерь через остекление. Эта проблема в настоящее время решается путем применения конструкций с многослойным остеклением обычными или энергосберегающими стеклами. Известно, что изолирующая конструкция, состоящая из двух или трех стекол, позволяет существенно снизить тепловые потери даже при использовании обычного листового стекла. Применение же стекол с низкоэмиссионным покрытием позволяет свести тепловые потери к минимуму.

Но, решая проблему теплоизоляции, не следует забывать о главном назначении окон – способности пропускать солнечный свет и обеспечивать высокий уровень естественной освещенности помещений в дневное время. Применение же многослойного остекления и стекол с различными видами покрытий приводит к снижению пропускания света оконной конструкцией и, соответственно, к уменьшению естественной освещенности.

При новом строительстве с применением современных систем остекления с повышенной теплоизоляцией необходимый уровень естественной освещенности в помещениях может быть достигнут за счет увеличения площади световых проемов. Когда же речь идет о реконструкции или о проведении работ по улучшению теплоизоляции имеющихся помещений, то здесь на первый план выступает вопрос о качестве стекла, а именно, о его прозрачности, характеризуемой коэффициентом направленного пропускания видимого света. Чем выше значение этого коэффициента, тем больший световой поток проникает через остекление и тем, соответственно, выше уровень естественной освещенности помещений.

Вопрос о том, способно ли современное энергосберегающее остекление обеспечить необходимый уровень естественной освещенности помещений, легко разрешить, обратившись к цифрам.

Возьмем за основу следующие данные:

$\tau_{v \min} = 0,73$ – условный минимальный коэффициент направленного пропускания света, соответствующий наиболее распространенному в российском строительстве до последнего времени варианту двойного остекления из стекол с коэффициентом пропускания 0,85 и обеспечивающий требуемый по действующим СНиП 23-05-95 [1] уровень естественной освещенности помещения. Более низкие значения этого параметра нежелательны, так как приводят уменьшению освещенности.

$R_{\min} = 0,54 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ – минимально допустимое сопротивление теплопередаче остекления в Москве согласно МГСН 2.01-99 [2] (в целом по России допустимое значение в соответствии со СНиП II-3-79 [3] составляет $0,32 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, однако во многих регионах действуют свои территориальные нормы, требования которых существенно выше).

В таблице 1 приведены значения коэффициента направленного пропускания света и приведенного сопротивления теплопередаче для разных вариантов остекления (с использованием одного, двух или трех обычных бесцветных листовых стекол толщиной 4 мм и воздушным зазором между листами 16 мм)*.

Таблица 1

	Вариант остекления, мм		
	Одинарное, 4	Двойное, 4-16-4	Тройное, 4-16-4-16-4
Коэффициент направленного пропускания света, τ_v	0,85	0,73	0,62
	0,89	0,80	0,72
	0,90	0,815	0,74
	0,91	0,83	0,77
	0,915	0,84	0,78
Приведенное сопротивление теплопередаче (при заполнении воздухом), R , $\text{м}^2\text{К/Вт}$	0,17	0,32	0,52

* - здесь и далее приводимые расчетные данные по оптическим и тепловым характеристикам остекления получены в соответствии с международными стандартами ИСО 9050:2003 [4] и ИСО 10292:1994 [5] с учетом требований по режиму испытаний ГОСТ 26602.1-99 [6]. Воздушный зазор 16 мм выбран для данного расчета потому, что это оптимальное расстояние между стеклами для средней полосы России.

Значение $\tau_v = 0,85$ (верхняя строка таблицы 1) – соответствует минимально допустимому по ГОСТ 111-90 [7] коэффициенту направленного пропускания света листового стекла марки М₆. Это стекло до недавнего времени широко использовалось в отечественном строительстве (в настоящее время уже не выпускается, действующий в настоящее время ГОСТ 111-2001 [8] предусматривает для стекла толщиной 4 мм коэффициент направленного пропускания света не менее 0,88), под двойное остекление им проектировались окна в домах типовых серий. Как уже говорилось выше, вариант остекления с использованием двух таких стекол соответствует $\tau_{v \min}$, однако добавление еще одного стекла (тройное остекление) существенно ухудшает этот показатель. Что касается теплозащитных свойств, то здесь ситуация прямо противоположная: тройное остекление почти соответствует R_{\min} , двойное – нет.

Еще недавно эта проблема казалась бы неразрешимой. Однако в настоящее время рынок строительного стекла предлагает большой выбор листовых стекол с высокими оптическими характеристиками, и, как видно из таблицы 1, применение таких стекол в конструкциях с тройным остеклением способно удовлетворить требования по светопропусканию и почти удовлетворить требования по теплозащите для средней полосы нашей страны.

Использование в оконной конструкции стекол с низкоэмиссионным покрытием позволяет значительно улучшить ее теплозащитные свойства уже при двойном остеклении. В целом у стекол с низкоэмиссионным покрытием коэффициент направленного пропускания света более низкий, чем у исходного листового стекла, на которое оно нанесено, и не превышает 0,87. (Значения коэффициента направленного пропускания света у стекол с различными видами низкоэмиссионных покрытий в основном находятся в пределах 0,73 - 0,87). Однако, варьируя сочетания теплоотражающих и обычных стекол с различными оптическими свойствами, можно получить остекление с требуемым уровнем светопропускания. Это хорошо видно из таблицы 2, в которой приведены значения коэффициентов направленного пропускания света двойного остекления из одного обычного бесцветного листового стекла и одного стекла с низкоэмиссионным покрытием.

Таблица 2

	Одинарное остекление из обычного стекла, 4мм	Двойное остекление (обычное стекло + стекло с низкоэмиссионным покрытием в поз. 3) (4 – 16 – 4) мм		
		Твердое покрытие $\tau_v=0,83$	Мягкое покрытие	
			$\tau_v=0,87$	$\tau_v=0,73$
Коэффициент направленного пропускания света, τ_v	0,85	0,71	0,74	0,62
	0,89	0,75	0,78	0,65
	0,91	0,76	0,80	0,67
Приведенное сопротивление теплопередаче (при заполнении воздухом), R , m^2K/Wt	0,17	0,53	0,59-0,71	

Как следует из таблицы 2, применение в энергосберегающем остеклении стекол с высокими оптическими характеристиками позволяет успешно сочетать хорошую теплоизоляцию с высоким светопропусканием. Для регионов, где требования к сопротивлению теплопередаче выше, чем в Москве, применение низкоэмиссионных стекол является единственной возможностью решить эту задачу. Здесь также стоит отметить, что применение дополнительных способов теплоизоляции, таких как оптимизация ширины межстекольного пространства, заполнение его инертными газами, позволяет улучшить теплозащитные свойства конструкции без ухудшения оптических характеристик.

В настоящее время на рынке архитектурно-строительного стекла имеется большой выбор стекол с различными оптическими характеристиками. Значения коэффициента направленного пропускания света могут существенно различаться даже у обычных бесцветных листовых стекол, произведенных на различных заводах, не говоря уже о стеклах со специальными свойствами (причем это различие зависит не только от вида и толщины стекла, но и от фирмы – производителя стекла). Поэтому при проектировании остекления необходимо тщательно выбирать компоненты оконной конструкции и проводить расчеты ее тепловых и оптических характеристик, исходя из региона применения, реальных свойств предполагаемых к применению стекол и размеров оконных проемов.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»
2. МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению»
3. СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника»
4. ИСО 9050:2003 «Стекло в строительстве - Определение светопропускания, прямого солнечного пропускания, общего пропускания солнечной энергии, ультрафиолетового пропускания и соответствующие параметры остекления»
5. ИСО 10292:1994 «Стекло в строительстве – Правила расчета величины U (коэффициента теплопередачи) для многослойного остекления»
6. ГОСТ 26602.1-99 «Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче»
7. ГОСТ 111-90 «Стекло листовое. Технические условия»
8. ГОСТ 111-2001 «Стекло листовое. Технические условия»

2004