

Светопропускание 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.

$R_{\min} = 0,55 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ – минимально допустимое сопротивление теплопередаче остекления в Москве согласно МГСН 2.01-94 [2] (в целом по России допустимое значение в соответствии со СНиП II-3-79 [3] составляет $0,32 \text{ м}^2\text{К/Вт}$).

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 стеклоконструкций получены в соответствии с международными стандартами ИСО 9050:1990 [4] и ИСО 10292:1994 [5] с учетом требований ГОСТ 26602.1-99 [6].

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 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 и по теплозащите и по светопропусканию.

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. Здесь также стоит отметить, что применение дополнительных способов теплоизоляции, таких как увеличение 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, 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 реальных свойств предполагаемых к применению стекол и размеров оконных проемов.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».
2. МГСН 2.01-94 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и теплоэлектрообеспечению».
3. СНиП II-3-79 "Строительная теплотехника".
4. ИСО 9050:1990 «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".

2003