

Экономический эффект применения современного остекления за счет уменьшения потерь энергии

В. Лимитовский (ОАО "Институт Стекла"), С. Чесноков (МИФИ), Москва

Одной из главных задач реформы жилищно-коммунального хозяйства страны является экономия энергоресурсов. Значительная часть потерь энергии происходит из-за применения в массовой застройке морально устаревших типов остекления помещений. Проблема потерь энергии через остекление для России, при продолжительности отопительного сезона в средней полосе более чем 7 месяцев, очень актуальна. На сегодняшний день эти потери являют собой серьезный потенциал экономии затрат на поддержание оптимальной температуры внутри помещений. С развитием современных технологий изготовления и обработки стекла и стеклопакетов появилась возможность существенно снизить количество энергии, бесполезно расходуемой на «обогрев атмосферы».

Что представляют собой эти потери? Рассмотрим уравнение энергетического баланса остекления (по [1]):

$$E = U - \frac{\eta \cdot g \cdot f \cdot H_p}{D_p} = U - g \cdot S$$

где:

E – значение энергетического баланса [Вт/(м²*К)];

D – градус-день [К*сутки];

η - коэффициент использования;

H – падающее солнечное излучение при отсутствии помех [кВт*ч/м²];

g – полное пропускание солнечной энергии остеклением (солнечный коэффициент);

U – коэффициент пропускания тепловой энергии (т.н. U -значение) [Вт/(м²*К)];

f – коэффициент, зависящий от того, насколько стекло чистое, и затенения;

S – функция H и D , характеризующая регион применения [Вт/(м²*К)].

Коэффициент E характеризует полный поток энергии, проходящей через остекление (тепла из здания в окружающую среду и света и тепла снаружи в здание). Если E –

положительная величина, то энергия уходит из здания, в противном случае – в здание поступает больше энергии, чем теряется. Как видно из формулы, задача состоит в уменьшении E , что возможно, в первую очередь, за счет уменьшения коэффициента пропускания тепловой энергии U . Параметр S характеризует регион применения и является постоянным для сопоставимых величин. В таблице 1 представлен расчет потерь энергии через остекление для регионов со сходными климатическими условиями при стандартно применяемом типе остекления. Для Москвы в качестве стандартного принято наиболее часто встречающееся в типовом строительстве двух рамное остекление вертикально-тянутым стеклом. Как альтернатива самому распространенному способу теплозащиты оконных проемов рассматривались 1-камерные стеклопакеты 4М-4К с твердым покрытием, 4М-4И с мягким покрытием и заполненным аргоном, и 2-камерный стеклопакет 4SSCC-4М-4К с отражающим покрытием.

Таблица 1

Размещение	Отопительный сезон	Градус-день, D, К*сутки	Солнечное излучение, Н, кВт*ч/м ²			U остекления, Вт/м ² *К	g остекления	Ориентация	eta	f	S	E	Потери энергии, кВт*ч/м ²
			Север	Запад/Восток	Юг								
Бельгия (Уккле)	Сентябрь/Май	2900	202	350	505	2,9	0,75	Юг	0,6	0,8	3,483	0,288	20,04
Дания (Копенгаген)	Сентябрь/Май	2936	100	225	420	2,9	0,75	Юг	0,6	0,8	2,861	0,754	53,15
Шотландия (Эдинбург)	Сентябрь/Май	3200	176	303	452	2,9	0,75	Юг	0,6	0,8	2,825	0,781	60,00
Япония (Саппоро)	Сентябрь/Июнь	3757	175	443	709	2,9	0,75	Юг	0,6	0,8	3,774	0,069	6,25
Москва, традиционные окна	Сентябрь/Апрель	4541	100	225	420	2,86	0,75	Юг	0,6	0,8	1,850	1,473	160,50
		4541	100	225	420	2,86	0,75	Север	0,6	0,8	0,440	2,530	275,70
		4541	100	225	420	2,86	0,75	Запад/ Восток	0,6	0,8	0,991	2,117	230,70
Москва, 4М-4К	Сентябрь/Апрель	4541	100	225	420	1,74	0,76	Юг	0,6	0,8	1,850	0,334	36,42
		4541	100	225	420	1,74	0,76	Север	0,6	0,8	0,440	1,405	153,16
		4541	100	225	420	1,74	0,76	Запад/ Восток	0,6	0,8	0,991	0,987	107,56
Москва, 4М-4И	Сентябрь/Апрель	4541	100	225	420	1,43	0,51	Юг	0,6	0,8	1,850	0,487	53,03
		4541	100	225	420	1,43	0,51	Север	0,6	0,8	0,440	1,205	131,37
		4541	100	225	420	1,43	0,51	Запад/ Восток	0,6	0,8	0,991	0,925	100,77
Москва, 4SSCC-4М-4К	Сентябрь/Апрель	4541	100	225	420	1,11	0,43	Юг	0,6	0,8	1,850	0,315	34,29
		4541	100	225	420	1,11	0,43	Север	0,6	0,8	0,440	0,921	100,33
		4541	100	225	420	1,11	0,43	Запад/ Восток	0,6	0,8	0,991	0,684	74,53

Данный расчет, безусловно, указывает на огромное отставание России от остальных стран, для которых эта проблема не менее актуальна, в деле сокращения потерь энергии через массово применяемое остекление. Для того чтобы показатели в Москве стали сравнимыми с приведенными для других городов (которые, следует отметить, все-таки находятся в регионах с более мягким климатом), необходимы дополнительные усилия. На сегодняшний день промышленность предлагает широкий спектр продукции, позволяющей ликвидировать этот разрыв и существенно снизить затраты на поддержание комфортной температуры в помещениях. Это стеклопакеты различных типов, некоторые представители которых участвовали в расчете. Таблица 2 наглядно демонстрирует, что применение для остекления пакетов сокращает потери энергии в зависимости от пространственной ориентации объекта и типа стеклопакета на 44 – 79%, причем максимальный эффект достигается на южной стороне.

Таблица 2

Размещение	Ориентация	Потери энергии, кВт*ч			Сокращение потерь, %		
		1	2	3	4	5	6
Москва, традиционные окна	Юг	161					
	Север		276				
	Запад/Восток			231			
Москва, 4М-4К	Юг	36			77%		
	Север		153			44%	
	Запад/Восток			108			53%
Москва, 4М-4И	Юг	53			67%		
	Север		131			52%	
	Запад/Восток			101			56%
Москва, 4SSCC-4М-4К	Юг	34			79%		
	Север		100			64%	
	Запад/Восток			75			68%

Для оценки экономического эффекта от замены остекления можно выдвинуть небезосновательное предположение, что для поддержания комфортной температуры в по-

мещении потери энергии, особенно в жилом секторе, компенсируются за счет работы электронагревательных приборов. Таким образом, оценить потери в стоимостном выражении можно, приняв стоимость кВт*ч тепловых потерь равной стоимости кВт*ч электроэнергии для населения, которая по состоянию на декабрь 2001 года в Москве составляла 63 коп. (или \$0,021) для домов с газовыми плитами. Исходя из требований ГОСТ 24866-99 о гарантированном сроке службы стеклопакета в 20 лет, рассчитывается экономический эффект замены остекления на данный период.

Таблица 3

Тип остекления	Ориентация	Срок окупаемости, лет	Экономический эффект применения, \$/м ²
Стеклопакет 4М-4К	Юг	4,0	41,65
	Север	4,1	41,00
	Запад/Восток	4,0	41,25
Стеклопакет 4М-4И	Юг	5,5	32,67
	Север	4,1	48,15
	Запад/Восток	4,6	42,10
Стеклопакет 4SSCC-4М-4К	Юг	8,5	30,54
	Север	6,1	51,19
	Запад/Восток	6,9	43,12

Каких же результатов можно добиться, заменив на этапе проектирования обычные двухрядные рамы со стеклами на современные стеклопакеты, хотя бы на примере одной Москвы? Ежегодно в течение последних нескольких лет в столице строится порядка 3-4 млн. м² жилой площади. Программа жилищного строительства Правительства г. Москвы предусматривает в 2001 году возведение 4,2 млн. м² жилой площади, причем 1,2 млн. м² предназначаются для бесплатного предоставления очередникам и жителям 5-этажек, подлежащих сносу. Площадь остекления при этом составляет 20% жилой, т.е. 840 тыс. м². Финансирование Программы производится как из Бюджета города и внебюджетных фондов, так и долевыми инвесторами. Если в домах, квартиры которых пре-

доставляются на безвозмездной основе, остекление выполнить относительно недорого и оптимальными по соотношению «цена-качество» стеклопакетами 4М-4К, а дома, квартиры в которых будут передаваться в собственность по различным финансовым схемам, остеклить более комфортными пакетами 4SSCC-4М-4К, то годовая экономия средств составит более 2 миллионов долларов США!

Таблица 4

	Жилая пло- щадь, тыс. м ²	Площадь остекле- ния, тыс. м ²	Рекомен- дуемый тип ос- текления	Экономия за отопи- тельный сезон, \$/м ²	Экономия за отопи- тельный се- зон, тыс. \$
Муниципальная жилая площадь для бесплатного предоставления очередникам и для переселения жителей 5этажек, подлежащих сносу	1200	240	4М-4К	2,59	621,60
Долевое строительство	3000	600	4SSCC- 4М-4К	3,20	1 920
ИТОГО:	4200	840			2 541,60

Решение проблемы потерь энергии через остекление требует тщательной проработки. При наличии на сегодняшний день на рынке огромного количества видов стеклопакетов, проектировщикам новых домов нужно больше внимания уделять современным типам остекления, ведь при незначительном увеличении стоимости строительства существенно улучшается тепловая комфортность здания, что в конечном итоге приводит к качественному улучшению условий пребывания в нем.

Список литературы:

1. pr EN ISO/FDIS 14438:2001 Glass in building – Determination of energy balance value – Calculation method.
2. Стандарт ISO 9050 «Стекло в строительстве - Определение светопропускания, прямого солнечного пропускания, полного пропускания солнечной энергии и ультрафиолетового пропускания, а также соответствующих параметров остекления».
3. Стандарт ISO 10292 «Стекло в строительстве - Расчет стационарного значения U (теплопроводности) многослойного остекления».
4. Межгосударственный стандарт «Блоки оконные. Общие технические условия» 01/01/2001
5. Tchesnokov A.G., Tchesnokov S.A. Particularities of using energy-efficient glazing in Russia. GPD'99 Proceedings. – Tampere, Finland, 1999, p. 158-161
6. Chesnokov A.G., Tchesnokov S.A. Mathematical Modelling of IGU's Operational Parameters. GPD'01. Conference Proceedings. - Tampere, Finland, 2001, p. 657-659
7. Чесноков А.Г., Чесноков С.А. Математическое моделирование эксплуатационных параметров стеклопакетов - Светопрозрачные конструкции, № 4 (17), 2001 г., с. 52-53
8. Чесноков А.Г., Чесноков С.А. Анализ оптических и тепловых характеристик вариантов остекления. Окна и двери, № 5, 1997 г., с. 10-13