

ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

*ОДРИНСКАЯ В.А., руководитель подкомитета «Строительное стекло»
ТКС «Строительные материалы»*

Для обеспечения энергетической эффективности окон, балконных дверей, витрин, витражей, прозрачных конструкций из стекла, применяемых в зданиях и сооружениях, необходимо обеспечить минимальные суммарные затраты энергии не только на отопление, но и кондиционирование, вентиляцию, освещение помещений.

Контрольными показателями энергетической эффективности жилых и общественных зданий в Украине предусматривают следующие нормативные значения показателей термического сопротивления основных ограждающих конструкций:

№	Показатель	Един. измер.	Класс здания							
			G	F	E	D	C	B	A	
<i>Жилые дома до 5 этажей включительно</i>										
1	Термическое сопротивление основных ограждающих конструкций	стены	м ² К/Вт	2,8	НН					
		окна		0,6						
		перекрытия		3,2						
		обобщенный		1,8						
<i>Жилые дома от 6 до 10 этажей включительно</i>										
1	Термическое сопротивление основных ограждающих конструкций	стены	м ² К/Вт	2,8	НН					
		окна		0,6						
		перекрытия		3,2						
		обобщенный		1,9						
<i>Жилые дома от 11 до 18 этажей включительно</i>										
1	Термическое сопротивление основных ограждающих конструкций	стены	м ² К/Вт	2,8	НН					
		окна		0,6						
		перекрытия		3,2						
		обобщенный		2,0						
<i>Жилые дома от 19 до 25 этажей включительно</i>										
1	Термическое сопротивление основных ограждающих конструкций	стены	м ² К/Вт	2,8	НН					
		окна		0,6						
		перекрытия		3,2						
		обобщенный		2,0						
<i>Административные и общественные здания</i>										
1	Термическое сопротивление основных ограждающих конструкций	стены	м ² К/Вт	2,8	НН					
		окна		0,6						
		перекрытия		3,2						
		обобщенный		1,7						

Клас	Характерні ознаки класу
G	Будинок з огорожувальними конструкціями, термічний опір яких не перевищує мінімальних значень, визначених нормами проектування. В системах інженерного обладнання будинку не застосовані технічні рішення, що рекомендовані у розділах “Вимоги до енергозбереження” відповідних норм проектування.
F	Будинок з огорожувальними конструкціями, термічний опір яких перевищує значення, визначені нормами проектування, на 10 – 20%. В системах інженерного обладнання будинку не застосовані технічні рішення, що рекомендовані у розділі “Вимоги до енергозбереження” відповідних норм проектування.
E	Будинок з огорожувальними конструкціями, термічний опір яких перевищує значення, визначені нормами проектування, на 20 – 30%. В будинку застосовані окремі технічні рішення, що рекомендовані у розділі “ Вимоги до енергозбереження” відповідних норм проектування, наприклад, запроектовані окремі вентиляційні системи з рекуперацією теплоти витяжного повітря.
D	Будинок з огорожувальними конструкціями, термічний опір яких перевищує значення, визначені нормами проектування, на 30 – 35%. В будинку застосовані декілька технічних рішень, що рекомендовані у розділі “Вимоги до енергозбереження” відповідних норм проектування, наприклад, усі основні вентиляційні системи запроектовані з рекуперацією теплоти витяжного повітря.
C	Будинок з огорожувальними конструкціями, термічний опір яких перевищує значення, визначені нормами проектування, на 35 – 40%. В системах інженерного обладнання будинку застосовані більшість технічних рішень, що рекомендовані у розділі “Вимоги до енергозбереження” відповідних норм проектування, наприклад, усі основні вентиляційні системи запроектовані з рекуперацією теплоти витяжного повітря, використовується для гарячого водопостачання теплота конденсації холодильного агенту системи кондиціонування, а також частково використовується для теплопостачання енергія доквілля, що перетворюється в теплових насосах.
B	Будинок з огорожувальними конструкціями, термічний опір яких перевищує значення, визначені нормами проектування, на 40 – 65%. В будинку застосовані усі технічні рішення, що рекомендовані у розділі “Вимоги до енергозбереження” відповідних норм проектування. Для теплопостачання будинку використовується енергія доквілля, що перетворюється в теплових насосах, а також сонячна енергія.
A	Будинок з огорожувальними конструкціями, термічний опір яких перевищує значення, визначені нормами проектування, на 65 – 100%. В будинку застосовані новітні світові технології, за якими обладнуються сучасні пасивні будинки

Здания с энергетической эффективностью ниже требований класса G не отвечают стандарту энергоэффективности, и класс энергоиндексации таким зданиям не будет присваиваться.

Как вытекает из приведенных данных, основным резервом повышения обобщенного показателя сопротивления теплопередаче в зданиях классов A, B, C, D, E, F являются окна.

Для остекления окон и балконных дверей обязательным требованием становится применение стеклопакетов класса 1 (сопротивление теплопередаче $0,6 - 0,64 \text{ м}^2\text{°C/ Вт}$) и класса 2 (сопротивление теплопередаче $0,65 - 0,84 \text{ м}^2\text{°C/ Вт}$). При строительстве энергоэффективных зданий рекомендуется использование стеклопакетов класса 3 (сопротивление теплопередаче $0,85 - 1,24 \text{ м}^2\text{°C/ Вт}$) и 4 класса (сопротивление теплопередаче более $1,24 \text{ м}^2\text{°C/ Вт}$).

Нормируемое сопротивление теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций в жилых помещениях при площади остекления здания не более 18%, и в общественных - при площади остекления здания не более 25%, должно приниматься по действующим нормативам. При площади светопрозрачных ограждений соответственно более 18% и 25% площади наружных ограждений, следует проводить технико-экономическое обоснование проектов.

Специалисты многих компаний проводили исследование зданий, созданных с применением металла и стекла, как построенных согласно правилам традиционной архитектуры, так и современных строений. Оказалось, что эти сооружения требуют на 15-20% больше энергии для обогрева в холодный период и охлаждения в жаркое время года. Компьютерные модели зданий, идентичных по форме и ориентации по сторонам света, но разных по используемым материалам подтверждают, что остекление большой площади поверхности выгодно только для офисов, а жилые дома экономически выгоднее строить по традиционным технологиям. Этот же результат был получен и при моделировании теплосберегающего остекления.

Известно, что размеры остекления для каждого помещения должны учитывать необходимый уровень естественной освещенности и пропускания света. Бесцветное стекло выбирают для того, чтобы в помещение проникало как можно больше света.

- **Пропускание света (LT)**: Отношение светового потока, проходящего сквозь стекло, к падающему световому потоку, который создается источником света типа D65 в диапазоне длин волн от 380 до 780 нм, с учетом функции световой эффективности зрения стандартного наблюдателя МКО (Международной комиссии по освещению).
- **Отражение света (LR)**: Отношение светового потока, отраженного от стекла, к падающему световому потоку, который создается источником света типа D65, с учетом функции световой эффективности зрения стандартного наблюдателя МКО.

Так, минимальный коэффициент светопропускания света для прозрачных стекол в зависимости от номинальной толщины от 2 мм до 10 мм уменьшается и составляет от 89% до 79%. Этот показатель для наиболее распространенных типов стеклопакетов, как правило, составляет от 75% до 65%.

Рекомендованное значение коэффициента направленного пропускания света энергосберегающих стеклопакетов:

- однокамерный стеклопакет – не менее 75%
- двухкамерный стеклопакет – не менее 65%.

Остекление должно создавать максимально комфортные условия пребывания человека в помещении и реализовывать дизайнерский замысел архитектора-проектировщика.

Необходимо в помещениях с постоянным или временным пребыванием людей обеспечить нормативный уровень естественной освещенности.

Уместно здесь привести высказывание Фаины Георгиевны Раневской. Ее комната даже в светлое время суток освещалась электричеством.

Приходящим к ней впервые она говорила: «Живу, как Диоген. Видите, днем с огнем!»

Марии Мироновой она заявила: «Это не комната. Это сущий колодец. Я чувствую себя ведром, которое туда опустили».

Поэтому, в конструкциях зданий и сооружений необходимо сохранение показателей высоких коэффициентов светопропускания стекла, что должно обеспечивать максимально эффективное использование всех преимуществ естественного освещения.

В строительстве используются стекла с низкоэмиссионным (твердым и мягким) и солнцезащитным (твердым и мягким) покрытиями, цветные архитектурно - строительные стекла (окрашенные в массу и с покрытиями), самоочищающиеся стекла (со специальным покрытием).

Технологии производств этих видов стекла для строительства за последние годы значительно усовершенствованы, что сделало возможным применение стеклодеталей, регулирующих приток солнечного излучения, одновременно обеспечивая высокое светопропускание, теплоизолирующие свойства, защиту от шума и другие показатели.

Коэффициент тепловой эмиссии стекол с низкоэмиссионным мягким покрытием, изготовленных разными производителями, находится в пределах от 0,01 до 0,11, с низкоэмиссионным твердым покрытием – не более 0,16. Это необходимо учитывать при расчете сопротивления теплопередаче конкретного стеклопакета.

Новые типы стекол позволяют придать остеклению одновременно солнцезащитные и теплоизоляционные свойства, предотвращающие потери тепла из помещения в холодную погоду и избыточное поступление солнечного тепла летом.

Коэффициент направленного пропускания света стекол с солнцезащитным покрытием, стекол окрашенных в массу, многослойных стекол с солнцезащитными свойствами может быть значительно ниже бесцветного стекла. При выборе варианта остекления следует рассчитывать количество световых проемов и их размеры исходя из требований и нормативов уровня естественной освещенности помещений.

В то же время применение солнцезащитного стекла с низким коэффициентом теплопередачи делает возможным использование больших площадей остекления без значительных потерь тепла и затрат на кондиционирование и отопление. Это существенно расширяет архитектурно-дизайнерские возможности проектирования и строительства как современных зданий и сооружений, так и реконструируемых.

При этом выбор типа стекла должен решать вопросы безопасности и надежности конструкции.

Широкому внедрению безопасного остекления способствует создание в Украине производства стекла закаленного и стекла многослойного строительного назначения.

При проектировании остекления следует учитывать не только нормативное значение показателя сопротивления теплопередаче конструкции, требуемые показатели естественного освещения помещений, безопасность и долговечность, воздухопроницаемость, индекс шумоизоляции, но и солнечный фактор.

Для обеспечения сбалансированного микроклимата в зданиях и сооружениях широко используются солнцезащитные возможности остекления.

- **Пропускание солнечной энергии (DET):** Часть солнечной энергии, проходящая сквозь стекло, в диапазоне длин волн от 350 до 2100 нм. Рассчитывается в соответствии со стандартом EN 410.
- **Отражение солнечной энергии (ER):** Часть солнечной энергии, отраженная от стекла, в диапазоне длин волн от 350 до 2100 нм.
- **Поглощение солнечной энергии (EA):** Часть солнечной энергии, поглощенная стеклом, в диапазоне длин волн от 350 до 2100 нм. Поглощенная энергия в дальнейшем излучается наружу или внутрь помещения в различных пропорциях, зависящих от характеристик стекла, а также от скорости ветра, скорости внутреннего потока, внутренней и внешней температуры.

- **Пропускание ультрафиолетового излучения (UV)**: Отношение ультрафиолетового излучения, проходящего сквозь стекло, к падающему ультрафиолетовому излучению в диапазоне длин волн от 280 до 380 нм. Рассчитывается в соответствии со стандартом ISO 9050.
- **Солнечный фактор (SF)**: Отношение общей солнечной энергии, поступающей в помещение через стекло, к энергии падающего солнечного излучения в диапазоне длин волн от 350 до 2100 нм. Общая солнечная энергия, поступающая в помещение через стекло, представляет собой сумму энергии, непосредственно проходящей через стекло (DET), и части поглощенной стеклом энергии, которая излучается внутрь помещения. Рассчитывается в соответствии со стандартом EN 410.
- **Общий коэффициент затемнения (SC)**: Данный коэффициент получается при делении солнечного фактора на 0,87. Он представляет собой солнечный фактор для прозрачного 3-х миллиметрового полированного стекла.
- **Коэффициент теплопередачи (K)**: Характеризует теплопередачу в центральной зоне остекления без учета краевых эффектов и определяет установившуюся интенсивность теплопередачи в зависимости от разности температур окружающей среды с каждой стороны остекления. Коэффициент теплопередачи рассчитывают для следующих значений наружного и внутреннего коэффициентов теплообмена поверхностью остекленной стены:
 - внутренний: 8 Вт/м²·К;
 - наружный: 23 Вт/м²·К.Рассчитывается в соответствии со стандартом ISO 10292.

Актуальным является определение показателей коэффициентов пропускания, отражения и поглощения солнечной энергии, общего пропускания солнечной энергии, коэффициента поглощения света в видимой части спектра, общего коэффициента затемнения и внесение этих показателей в качественные характеристики остекления.

Для реализации этого требования необходимо гармонизировать национальные стандарты Украины с указанными стандартами EN и ISO, другими международными нормативными документами.

Результаты испытаний окон, проведенные в специальных климатических комплексах ведущих научно-исследовательских организаций Украины, показывают, что **далеко не вся продукция многочисленных фирм – производителей соответствует заявленным показателям и минимально допустимому значению сопротивления теплопередаче окон, балконных дверей, витрин, витражей и светопрозрачных фасадов, которое должно составлять согласно ДБН Украины не менее $0,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.**

Наиболее высокие показатели эффективности у деревянных конструкций, а также на основе специальных профилей из ПВХ.

Имеется практика создания конструкций нормативного требования (не менее $0,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$) из алюминиевых профилей ($0,3 - 0,4 \text{ м}^2\text{К/Вт}$) или обычных профилей ПВХ ($0,55 \text{ м}^2\text{К/Вт}$) за счет повышенных показателей теплосопротивления используемых стеклопакетов ($0,65-0,85 \text{ м}^2\text{К/Вт}$).

Это приводит к снижению комфортности остекления: перегреву непрозрачной зоны конструкции летом, охлаждению и возможному появлению конденсата в зимнее время, снижает срок службы конструкции.

Итак, в завершение доклада можно отметить **достоинства светопрозрачных фасадов: современный внешний вид зданий и сооружений, возможность воплощения смелых архитектурно - дизайнерских решений, освещение помещений естественным светом, вид из окна, повышение этажности зданий. Недостатки – это сложность создания конструкции, ее обслуживания, высокие расходы на отопление здания в холодное время года, кондиционирование помещений - летом.**

Правда сейчас мы становимся свидетелями появления новой для Украины отрасли, научно-технологические основы которой специалистами вынашивались десятилетиями на стыке индустрии производства стекла, машиностроения, электроэнергетики, строительства, архитектуры и прикладных наук. Большие площади остекления уже в недалеком будущем могут использоваться для производства электроэнергии, так необходимой при эксплуатации зданий и сооружений.

Январь, 2008 год