

# ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ РЕКОНСТРУКЦИИ И МОДЕРНИЗАЦИИ ЗДАНИЙ.

*Гликман М.Т., Арсирий А.Н., Климчук Д.А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса. Украина)*

Важнейшим направлением в совершенствовании современного строительства, реконструкции и модернизации зданий является обеспечение энергоресурсосбережения, комфортности (функциональность, безопасность, экологичность) и инвестиционной привлекательности. Решающее значение в достижении результатов сбережения энергии при эксплуатации зданий отводится светопрозрачным ограждениям зданий: окнам, атриумам, витражам и т. д., через которые уходит в виде теплотерь необходимое для обогрева помещений тепло. Эти же конструкции, формируя светопрозрачную часть внешней оболочки здания (сооружения), должны одновременно защищать от перегрева помещения в жаркий период.

Статья рассматривает проблему комплексной сравнительной оценки светопрозрачных ограждений как элементов здания. В современной оценочной практике, несмотря на регламентируемые строительными нормами новые требования к теплозащите, отсутствуют согласованные поправочные коэффициенты и процедуры, на базе которых можно оценить формируемые этими требованиями различия в рыночной стоимости зданий. Особенно актуально это в условиях реконструкции и модернизации, когда приходится решать вопрос о повышении уровня энергоэффективности зданий с учетом условий освещения, инсоляции, тепло- и солнцезащиты [1,2,3].

Анализируя нормативную базу и накопленный опыт проектирования различных зданий и сооружений [1], ставится цель – уточнение принципов формирования и оценки светопрозрачных конструкций в условиях реконструкции и модернизации. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Для достижения поставленной цели необходимо выявить базу данных для сопоставления различных типов светопрозрачных ограждений; уточнить критерии сравнительной оценки и на первом этапе дать рекомендации по совместному учету доминирующих для них теплотехнических и светотехнических показателей в рамках соблюдения общего регламента нормативных требований.

Концептуальная структура формирования энергоэффективных светопрозрачных ограждений строится [1,3] на прогнозировании и оптимизации пространственно-ориентированных геометрических, оптических и конструктивных параметров здания в увязке с солнечным климатом во времени и окружающей средой в пространстве (местоположение, ориентация в застройке, выбор и фиксация рабочих поверхностей в интерьере). Повышение уровня улавливания солнечного излучения на нужды освещения, обогрева или охлаждения здания в зависимости от сезона эксплуатации рассматривается как экологически чистый ресурс и резерв общего энергопотребления, а окупаемость затрат при сопоставлении вариантов формируемых решений с аналогом (эталон) как экономическая эффективность [1].

Концепция поиска реализуется на основных положениях заложенных в математической модели, предложенной нами ранее [1,2] и предоставленной в виде 4-х основных блоков:

**Блок I – климатический:** характеризует широту местности  $\varphi$  с координатами Солнца (высотой  $h_{\odot}$  и азимутом  $a_{\odot}$ ), интенсивностью и дневным количеством солнечной радиации в годовом цикле с учетом облачности.

**Блок II – пространственно-ориентационный:** характеризует форму, углы наклона ограждений и крыши к горизонту  $\alpha$ , компоновку и ориентацию ограждений  $a_0$  увязывая их через проекцию высоты Солнца  $h'_{\odot}$  в расчетном поперечнике, углы падения солнечных лучей  $i$  и связанное с ними пропускание прямого и рассеянного солнечного излучения ячейками ограждений и коэффициенты использования его относительно рабочей поверхности помещения.

**Блок III – конструктивно-оптический:** характеризует конструкцию и габариты затеняющих рабочую поверхность элементов и обрамления, оптические показатели светопрозрачного заполнения с учетом условий эксплуатации (запыление, соляризация, конденсат).

**Блок IV – оптимизационный:** характеризует сравнительную оценку вариантов (ограждающих конструкций, солнцерегулирующих устройств и зданий в целом) в сопоставлении с аналогом (эталон).

В качестве примера реализации этой концепции приведены графики сравнительной освещенности (облученности) прямыми и рассеянными лучами солнца традиционных и наклонных ориентированных на солнцеактивную часть горизонта сооружений и атриумно-оранжерейных модулей (АОМ) (оранжереи, теплицы, атриумы) (см. рис.1).

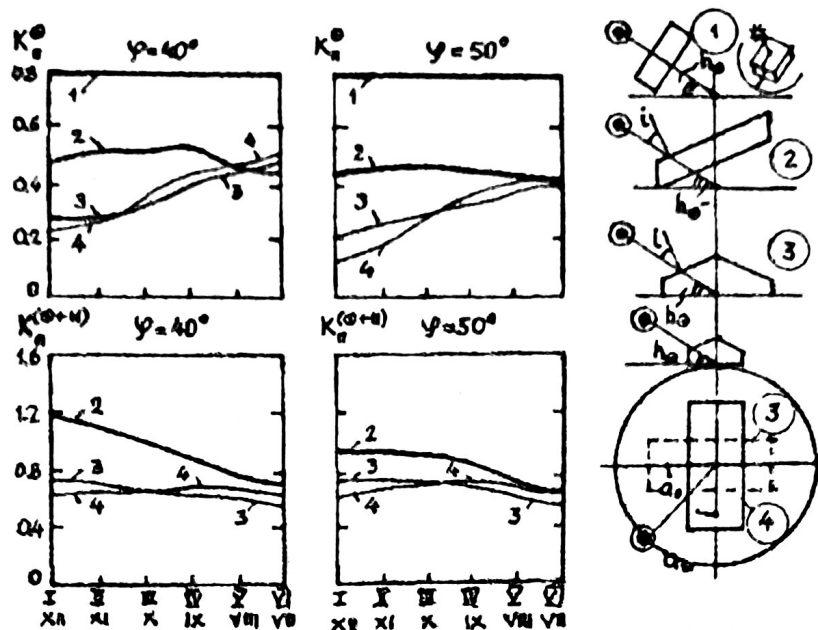


Рис. 1. Графики сравнительной освещенности (облученности) АОМ.

При этом следует учитывать, что трудности в проектировании и эксплуатации светопрозрачных ограждений связаны с объективным противоречием, заложенным в их конструкциях - ибо они должны обеспечивать максимальную прозрачность для световых лучей и солнечной радиации в период холодного дискомфорта (прежде всего зимой) и минимальное пропускание солнечной радиации в жаркий период (борьба с перегревом). Одновременно в холодный период светопрозрачные конструкции должны обладать повышенной теплозащитой за счет сокращения теплопотерь. И все это должно сочетаться в одной и той же конструкции, что достижимо либо при трансформации светопрозрачной части, либо за счет применения дополнительных защитных элементов, либо необходимо идти на компромисс, подчиняя светопрозрачную конструкцию одному главному в определенных условиях фактору - максимизации теплозащиты или светопропускания с соблюдением граничных требуемых нормами параметров микроклимата. В этой связи особо остро стоит проблема оптимизации соотношения между прозрачными и непрозрачными частями наружных ограждений (прежде всего стен и окон) по площади при эффективной дифференциации оптических характеристик и конструктивного оформления элементов на фасадах, крышах и в интерьерах.

Светопрозрачные ограждающие конструкции в первую очередь предназначены для обеспечения необходимой естественной освещенности помещений, вентиляции и возможности визуального контакта с окружающей средой. К основным светопрозрачным ограждающим конструкциям гражданских зданий можно отнести: окна

и остекленные двери (входные и балконные), витражи и витрины, остекленные стены фасадов (фасадные системы), элементы остекления крыш (фонари и сплошные остекленные поверхности), атриумы, теплицы, оранжереи и др.

Одним из наиболее перспективных направлений в мировой стекольной индустрии является применение низкоэмиссионных стекол двух типов: с твердым напылением (на основе оксида олова) так называемое “К-стекло” и с мягким (на основе серебра) “И-стекло”. Межстекольное пространство при необходимости повышения теплоизоляционной способности заполняется инертными газами – аргоном, криптоном, гексафторидом серы и др.

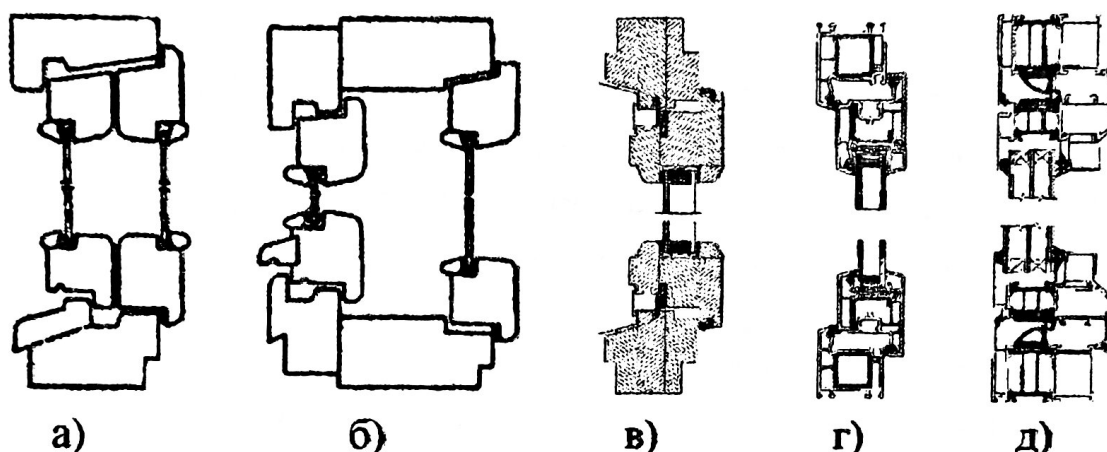


Рис. 2. Этапы совершенствования оконных заполнений.

а – двойное остекление в спаренном переплете; б – двойное остекление в отдельных переплетах; в – однокамерный стеклопакет в деревянном переплете (евробрус); г – однокамерный стеклопакет в трехкамерном ПВХ профиле; д – двухкамерный стеклопакет в алюминиевом профиле (структурное остекление).

Вплоть до недавнего времени дерево являлось единственным конструктивным материалом, использовавшимся в нашей стране для производства окон. Современные деревянные профили (евробрус) имеют термическое сопротивление в диапазоне  $0,35 \dots 0,67 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ .

Применение окон из ПВХ в массовом строительстве вместо традиционных деревянных является огромным резервом для экономии природных ресурсов. По своей конструкции все ПВХ системы образованы тонкостенными полыми профилями, имеющими несколько камер, заполненных воздухом. При увеличении числа камер возрастает термическое сопротивление (до  $0,71 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ ) профиля а также его жесткость которая дополнительно увеличивается при установке армирующего профиля.

При необходимости устройства остекления большой площади, воспринимающего значительные нагрузки, применяются профильные системы из алюминия. Оконные профили изготавливаются

прессованием (экструзия), что позволяет формировать сложные сечения, имеющие термическое сопротивление на уровне  $0,4 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ .

Наиболее перспективно применение комбинированных дерево-алюминиевых систем, сочетающих в себе "теплоту" дерева и защитные свойства алюминия.

В качестве критерия для комплексной сравнительной оценки характерных на сегодняшний день конструкций оконных заполнений можно принять коэффициент эффективности  $K_{\text{эф}}$  [2,1], показывающий относительную свето-теплотехническую эффективность конструкции в рамках предъявляемых требований.

$$K_{\text{эф}} = \frac{R_0 \tau_0}{R_{\text{пр}} \tau_{\text{эт}}}, (1)$$

где:  $R_{\text{пр}} \tau_{\text{эт}}$  - соответственно термическое сопротивление и коэффициент светопропускания наиболее распространенной конструкции оконного заполнения (базовый вариант);

$R_0 \tau_0$  - соответственно термическое сопротивление и коэффициент светопропускания сравниваемого конструктивного решения (сравниваемый вариант).

В качестве наиболее распространенной конструкции можно принять конструкцию однокамерного стеклопакета с обычным листовым стеклом в обрамлении из 3-х камерного профиля ПВХ в проеме с размерами  $1,3 \times 1,4$  м (характерная ячейка), широкое применение которой объясняется популярностью у заказчиков, ибо обладает относительной дешевизной и простотой изготовления и монтажа.

Приведенное термическое сопротивление данной конструкции рассчитывается по формуле (2):

$$R_{\text{пр}} = \frac{R_{\text{ос}} S_{\text{ос}} + R_{\text{пер}} S_{\text{пер}}}{S_{\text{ос}} + S_{\text{пер}}}, (2)$$

где:  $R_{\text{ос}}, R_{\text{пер}}$  - соответственно термическое сопротивление остекления и переплета,  $\text{м}^2\text{°С/Вт}$ ;

$S_{\text{ос}}, S_{\text{пер}}$  - соответственно площадь остекления и переплета,  $\text{м}^2$ .

Отсюда, при характерных для такой конструкции  $R_{\text{ос}} = 0,32 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ ,  $R_{\text{пер}} = 0,59 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$  и  $\tau_0 = 0,8$   $R_{\text{пр}} = 0,41 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ .



Базовое значение коэффициента эффективности при этом составляет  $K_{эф} = \frac{R_0 \tau_0}{0,328}$ .

В результате анализа применяемых сегодня светопрозрачных ограждений (на примере окон в оцениваемой нами выборке для условий Одесского региона) выявлен ряд конструкций обеспечивающих максимальное энергосбережение, что может быть использовано при формировании наружной оболочки современных зданий с преобладанием структурного остекления значительных площадей (остекленные фасадные системы). В этот ряд вошли конструкции из алюминиевого профиля с заполнением двухкамерных стеклопакетов с энергосберегающими стеклами и(или) заполнением межстекольного пространства инертными газами. При этом для выявления оптимальных вариантов в конкретных условиях строительства и реконструкции необходимо дополнительно учесть шумозащитные, аэрационные, противопожарные и др. требования, а также стоимостной эквивалент с учетом оценки сравниваемых решений в рамках эффективности инвестиционного проекта их реализации. Последний аспект планируется рассмотреть в наших дальнейших исследованиях с выявлением оптимального соотношения прозрачных и непрозрачных элементов и границ их использования в различных объектах недвижимости.

Результаты работы положены в основу разработанной системы исходных данных и инструмента расчета и прогнозирования рациональных геометрических, оптических и конструктивных параметров светопрозрачных ограждений и атриумных модулей, позволяющих учесть различные ситуации, складывающиеся при проектировании новых и реконструируемых объектов, а также использовать их в учебном процессе ОГАСА (реальные дипломные проекты и магистерские работы).

### Литература

1. Глікман М.Т., Кошлатий О. Б., Вітвицька Є. В. Основи будівельної фізики сільських споруд.-Київ: Урожай, 1995.
2. Гликман М.Т., Ивко Н.В. Современный подход к проектированию атриумно-оранжерейных модулей. – Світло люкс, 2003, №2, с. 29-30.
3. Гликман М.Т., Гилодо А.Ю., Арсирий А.Н. Возможности совершенствования систем естественного освещения при реконструкции и модернизации зданий. – Світло люкс, 2005, №5, с. 26-28.