

Олег СЕРГЕЙЧУК

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Украина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Окна энергоэффективных зданий должны удовлетворять многим условиям, касающиеся естественного освещения, инсоляции, защита от солнца, звукоизоляции и теплозащиты помещений. Эти условия во многом являются противоречивыми. В статье анализируются пути улучшения украинских строительных норм и стандартов на проектирование светопрозрачных ограждающих конструкций в современных зданиях.

Ключевые слова: энергоэффективные здания, светопрозрачные конструкции, естественное освещение, инсоляция, защита от солнца, звукоизоляция, теплоизоляция

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее сложных проблем проектирования энергоэффективных зданий является оптимизация конструктивных решений светопрозрачных конструкций. Эти конструкции имеют очень много различных функций. При этом нормативные показатели теплоизоляции окон в несколько раз ниже непрозрачных конструкций. Летний перегрев помещений также происходит, в основном, за счёт чрезмерной инсоляции помещений через окна. Следует учитывать и постоянное стремление архитекторов к стеклянной архитектуре. Часто это делается только с дизайнерских позиций без учёта климатических особенностей, в ущерб экономики и экологии.

1. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В 2009-2013 гг. в Украине был разработан ряд нормативных документов, связанных с проектированием светопрозрачных ограждающих конструкций: «Свод правил по проектированию светопрозрачных элементов ограждающих конструкций» [1], «Указания по расчету инсоляции объектов гражданского назначения» [2], «Изменение № 2 к ДБН В.2.5-28-2006 «Естественное и искусственное освещение» [3]. С 1 января 2014 г. вступят в действие новые нормы по защите от шума [4]. Однако [1] не в полной мере отвечает своему названию

с точки зрения энергоэффективности, а остальные документы решают лишь частные вопросы проектирования светопрозрачных конструкций.

В странах ЕС действует стандарт по расчёту теплотехнических свойств светопрозрачных конструкций [5], который учитывает ряд важных факторов, влияющих на теплоизоляционные свойства окон, но не является руководством по проектированию светопрозрачных конструкций.

2. АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Рассмотрим и проанализируем комплекс нормативных требований к проектированию светопрозрачных конструкций в их взаимосвязи и наметим первоочередные задачи по совершенствованию процесса проектирования светопрозрачных конструкций.

2.1. Теплоизоляция

Нормативные требования по теплоизоляции окон значительно ниже требований к глухим частям теплоизоляционной оболочки. Повышение теплоизоляционных свойств окон обеспечивается:

- 1) уменьшением конвекции в межстекольных прослойках стеклопакета;
- 2) увеличением способности стёкол отражать тепловое излучение (уменьшением коэффициента излучения ε).

Первый фактор реализуется уменьшением толщины межстекольных прослоек с одновременным увеличением их количества; заполнением прослоек более тяжелыми инертными газами (аргон, криптон, гексафторит серы).

Уменьшение толщины прослоек приводит к:

- уменьшению звукоизоляции окон, так как звукоизоляционные окна должны иметь широкие (4÷5 см) межстекольные прослойки;
- утяжелению створок окон и, как следствие, увеличению нагрузки на фурнитуру;
- уменьшению светопропускания окон, а значит, увеличению их площади для обеспечения нормативных требований по естественному освещению помещений, что, в свою очередь, приводит к увеличению общих теплопотерь здания вследствие увеличения коэффициента остекления;
- уменьшению пропускания ультрафиолетовой радиации (УФР) - важного фактора saniрующего действия солнца.

Заполнение межстекольных прослоек газом хорошо согласуется с требованиями звукоизоляции и является более предпочтительным.

Второй фактор реализуется за счёт низкоэмиссионных покрытий стекол.

Несмотря на значительную стоимость повышения теплоизоляционных показателей окон, этот путь экономии энергии является перспективным [6].

В Украине приняты новые нормативные требования к ограждающим конструкциям [7], которые существенно повысили минимально допустимое сопротивление теплопередаче окон – с 0,5 до 0,75 м²·К/Вт в I-ой температурной зоне и с 0,45-0,5 до 0,6 м²·К/Вт во II-ой зоне (рис. 1).

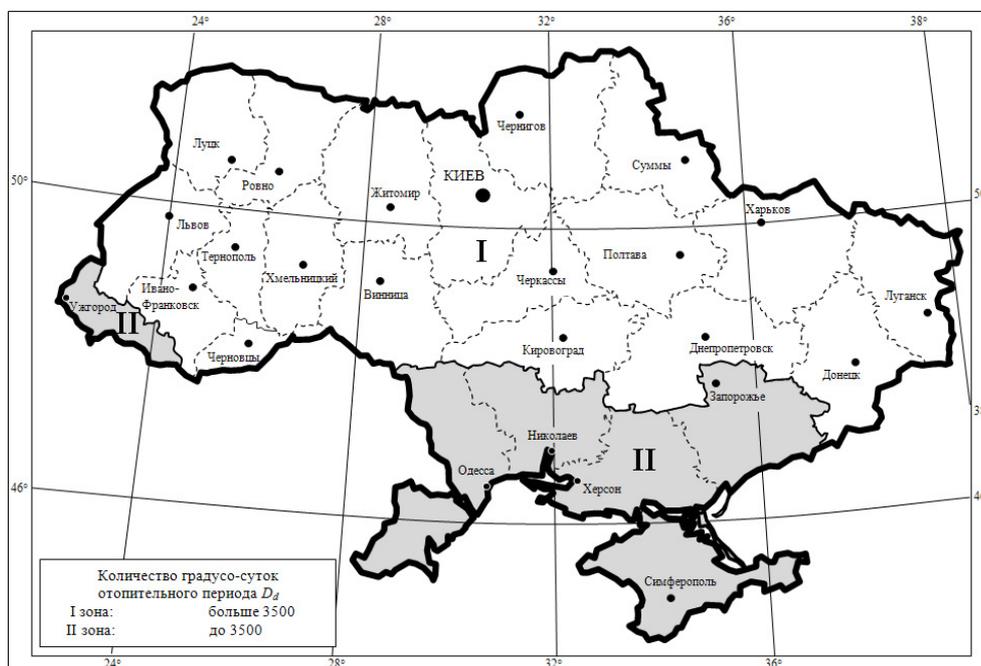


Рис. 1. Карта температурных зон Украины

Расчёты показывают, что стоимость удорожания окон окупится через 10-12 лет, при расчетном сроке эксплуатации окон - 20 лет. При этом за 20 лет на каждом 1 м² окна будет сэкономлено около 150 м³ газа, а в атмосферу будет выброшено на 300 кг меньше CO₂.

В таблице 1 приведено сравнение норм по теплоизоляции окон в Украине с нормами других стран, имеющих аналогичные климатические показатели.

Таблица 1. Значение сопротивления теплопередаче окон Rq_{min} , м²·Вт/К, для условий, аналогичных температурным зонам Украины

Страна	I зона	II зона
Украина	0,75	0,6
Россия	0,45	0,3
Беларусь	1,0	–
Финляндия	1,0	–
Страны ЕС	0,5÷0,8	0,5÷0,8

2.2. Естественное освещение

Снижение площади остекления значительно повышает энергоэффективность зданий. С другой стороны, освещенность естественным светом помещений не может быть меньше нормативных значений коэффициента естественной освещенности (КЕО). Поэтому, усовершенствование методики расчёта необходимой площади остекления является важным направлением энергосбережения в строительстве.

В европейском стандарте EN 15193 «Энергоэффективность зданий. Потребность в электроэнергии для освещения» [8] приводится методика учёта естественного освещения при расчёте потребности энергии для освещения. Для этого используется коэффициент зависимости от естественного освещения $F_{D,n}$. Методика отличается продуманным подходом, комплексным учётом различных факторов, но, в тоже время, значительным упрощением реальной картины затенения светопроёмов в городской ситуации. Кроме того, EN 15193 не учитывает особенностей климата Украины. Поэтому в Украине сохранён метод расчета КЕО, который был заложен ещё в советских нормах, однако он существенно усовершенствован. Так, в принятом Изменении № 2 к нормам по естественному освещению [3]:

- уточнено светоклиматическое зонирование территории Украины;
- уточнено нормирования КЕО в помещениях;
- разработан метод расчета КЕО от верхних светопроёмов при их частичном затенении окружающей застройкой;
- усовершенствована методика учета света, отраженного от соседних зданий;
- усовершенствован расчет коэффициента светопропускания светопроёмов;
- увязаны вопросы нормирования и расчета естественного освещения с инсоляцией и солнцезащитой помещений.

Изменение [3] улучшает ситуацию с проектированием естественного освещения помещений, но не решает проблему кардинально, поэтому сейчас принято решение по разработке новой редакции норм по естественному и искусственному освещению.

2.3. Инсоляция и солнцезащита

Введение в действие Руководства [2] позволило в Украине существенно улучшить ситуацию с обеспечением инсоляционных норм, но не решило задачу оптимизации проектирования солнцезащитных устройств (СЗУ) в зданиях. К большому сожалению, архитекторы не используют в своей практике возможности повышения энергоэффективности зданий за счёт оптимизации инсоляционного режима помещений.

В EN ISO 13790:2008 «Расчёт энергопотребления на отопление и охлаждение», принятом в Украине в качестве национального стандарта [9], даётся методика расчёта влияния СЗУ на энергоэффективность зданий. Однако в нём не описывается как архитекторы должны проектировать солнцезащитные

устройства так, что бы они одновременно удовлетворяли требованиям гигиенистов по обеспечению минимальной продолжительности инсоляции (а минимальная инсоляция в Украине нормируется в летний период) и, при этом, защищали помещения от перегрева летом, но минимально препятствовали попаданию солнечных лучей зимой. Кроме того, сама методика расчёта не является совершенной. В частности, положение о том, что регулируемые СЗУ начинают блокировать попадание солнечных лучей в помещения когда поток солнечной энергии на плоскость остекления превышает 300 Вт/м^2 не логично, так как такие величины солнечной энергии наблюдаются и в зимний период, но зачем зимой мешать солнечному обогреву помещений?

Учитывая сказанное сейчас в Украине разрабатываются национальное приложение к [9] и стандарт по проектированию расчёту СЗУ.

При проектировании СЗУ необходимо учитывать их значительное влияние на уменьшение светопропускания окон, что приводит к необходимости увеличения их площади и, как результат, уменьшению общего сопротивления теплопередаче теплоизоляционной оболочки здания.

2.4. Звукоизоляция

Повышение звукоизоляции окон связано с увеличением толщины стёкол, увеличением толщины межстекольных прослоек, заполнением их тяжелыми инертными газами. Необходимо помнить, что увеличение толщины стёкол снижает светопропускание окон, а увеличение толщины прослоек - сопротивление теплопередаче.

Вместе с разработкой норм по защите от шума [4], был разработан стандарт по расчёту и проектированию звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, который вводится в действие одновременно с нормами. В этом стандарте приводятся методы расчёта частотных характеристик звукоизоляции следующих типов светопрозрачных конструкций: с одним стеклом; с двумя стёклами одинаковой толщины; с двумя стёклами разной толщины; с тремя стёклами одинаковой толщины; с тремя стёклами разной толщины.

Кроме того, для проектировщиков и производителей оконных конструкций даются рекомендации по увеличению звукоизоляции светопрозрачных конструкций. Эти рекомендации сводятся к следующему:

- повышение звукоизоляции окон достигается увеличением толщины стёкол, увеличением ширины воздушной прослойки между стёклами, обеспечением герметичности притворов окон, закреплением стекла (стеклопакета) в рамах на упругих прокладках, применением триплекса, заполнением стеклопакета тяжелыми инертными газами;
- при использовании окон с тройным остеклением необходимо учитывать специфику звукоизоляции этих конструкций. При размещении среднего стекла посередине воздушной прослойки звукоизоляция не только не повышается, а, наоборот, может уменьшиться в низкочастотном диапазоне,

который является наиболее важным для защиты от транспортного шума. При смещении среднего стекла в сторону одного из крайних стёкол звукоизоляция тройного остекления увеличивается, приближаясь к значению звукоизоляции двойного остекления с такой же суммарной толщиной стёкол. Наиболее рациональны конструкции с отдельными рамами, в которых одна рама имеет одинарное остекление, а другая - одинарный стеклопакет со значительным воздушным промежутком между этими рамами. Такая конструкция способна обеспечить как требуемые значения как по тепло-, так и по звукоизоляции. К сожалению, такие конструкции почти не применяются в современных энергоэффективных зданиях;

- наиболее целесообразным является применение в энергоэффективных зданиях специальных шумозащитных окон, оборудованных вентиляционными элементами с глушителями шума, которые в режиме проветривания обеспечивают необходимые значения, как кратности обмена воздуха, так и звукоизоляции;
- шумозащитные жилые и общественные здания необходимо оборудовать вентиляционными системами или системами кондиционирования воздуха с обеспечением нормативного воздухообмена при закрытых окнах с необходимой звукоизоляцией.

3. КОМПЛЕКСНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Исходя из приоритетности функций окон, рекомендуется следующий алгоритм проектирования светопрозрачных конструкций (рис. 2).

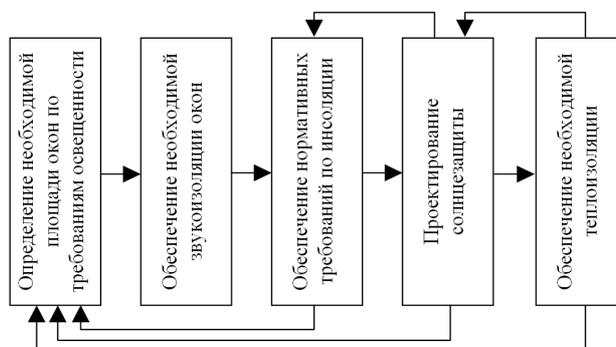


Рис. 2. Алгоритм проектирования физических параметров светопрозрачных конструкций

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Физические требования к светопрозрачным ограждающим конструкциям во многом противоречивы. При этом энергоэффективность окон не является

определяющей. Вместе с тем, светопроемы сильно влияют на энергосбережение зданий. Для согласования в процессе проектирования требований необходимо разрабатывать единые строительные нормы. В основу такой разработки может быть положен алгоритм, который базируется на приоритетности функций окон.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Настанова з проектування світлопрозорих елементів огорожувальних конструкцій: ДСТУ-Н Б В.2.6-83:2009. [Дата введення в действие 2010-05-01] / Минрегіонбуд України, Укрархбудінформ, К.: 2010, 46 с. (Государственный стандарт Украины).
- [2] Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення: ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010. [Дата введення в действие 2011-01-01] / Минрегіонбуд України, Укрархбудінформ, К.: 2010, 81 с. (Государственный стандарт Украины).
- [3] Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006 – Зміна № 2 [Дата введення в действие 2012-09-01] / Минрегіон України, Укрархбудінформ, К.: 2012, 32 с. (Государственные строительные нормы Украины).
- [4] Захист територій, будинків і споруд від шуму: ДБН В.1.1-31:2013. [Дата введення в действие 2014-01-01] / Минрегіон України, Укрархбудінформ, К.: 2013, 76 с. (Государственные строительные нормы Украины).
- [5] Thermal Performance of Windows, Doors and Shading Devices - Detailed Calculations: ISO/FDIS 15099. [Date: 2002-01-01] / ISO Central Secretariat. - Geneva: ISO, 2002, 76 p. (Международный стандарт).
- [6] Сергейчук О., Энергоэффективность зданий как фактор биосферной совместимости городов, [b:] Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym 2012, 1(9), 111-118.
- [7] Зміна № 1 ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель, Минрегіон України, Укрархбудінформ, К.: 2013, 10 с. (Государственные строительные нормы Украины).
- [8] Energy performance of buildings - Energy requirements for lighting: EN 15193:2007 (E). [Date: 2008-03-01] / European committee for standardization - London: BSI, 2007, 78 p. (Международный стандарт).
- [9] Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT): ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. [Дата введення в действие 2013-07-01] / Минрегіонбуд України, Укрархбудінформ, К.: 2013, 242 с. (Государственный стандарт Украины).

DESIGN OF EXTERIOR GLASS CONSTRUCTIONS FOR ENERGY EFFICIENT BUILDINGS

Windows of energy efficient buildings must satisfy many conditions: relatively natural lighting, insolation, sun protection, sound insulation, and heat protection. These conditions are inconsistent in many respects. We analyze the ways how to improve the Ukrainian building regulations and standards on the design of windows in modern buildings.

Keywords: energy efficient buildings, windows, natural lighting, insolation, sun protection, sound insulation, heat insulation