

*Мухадиев А.*

## ПРИМЕНЕНИЕ СТЕКЛА В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

*A. Mukhadiev*

### THE USE OF GLASS IN MODERN ARCHITECTURE

УДК:77

*В статье рассматривается использование стекла в современном строительстве, влияние последних достижений стекольной индустрии на архитектуру, в основном, жилых домов, крупных общественных и промышленных зданий. В современной архитектуре стекло становится основным материалом и элементом дизайна. Освещены вопросы комплексного подхода остекления, о том что, стекло помогает мягко, естественно и визуалью увеличить размеры помещения. А так же, облегчает доступ открытому потоку дневного света, - что само по себе повышает как внутренний комфорт обитателей дома, так и ценность самого сооружения. Стекло - удобное, безопасное, прочное, неприхотливое в эксплуатации, пластичный и эстетичный материал, продолжает широко применяться в архитектуре. Оно значительно облегчило людям жизнь, обозначив начало стеклянного века: «Мы говорим стекло - подразумеваем новую архитектуру, говорим новая архитектура - подразумеваем стекло».*

*The article discusses the use of glass in modern construction, the impact of recent developments on the architecture of the glass industry, mostly houses. Also, large public and industrial buildings. In modern architecture, the glass becomes the main material and design element. The questions of a comprehensive approach glazing on that glass helps soft, natural and visually increase the size of the room. And also, facilitates access open flow of daylight - which in itself increases as the internal comfort residents of the house, and the value of the construction. Glass - a convenient, safe, durable, low maintenance operation, plastic and aesthetic material, continues to be widely used in the architecture. It is much easier for people to life, marked the beginning of the century glass: "We say the glass - mean new architecture, says the new architecture - mean the glass."*

Стекло - универсальный строительный материал, обладая кажущейся хрупкостью, тем не менее, чрезвычайно прочен, экологический чист и химический стоек. Но главное достоинство стекла - это то, что оно дает неограниченные возможности полету архитектурной фантазий.

Сегодня трудно переоценить роль стекла в архитектурном строительстве. Начав победоносное шествие с обычного заполнения светопроемов в зданиях, стекло стало незаменимым строительным материалом. К его области применения стоит отнести остекление фасадов зданий, создание светопрозрачных конструкций, стеклянных потолков, стен, перегородок, многих элементов декора от лестниц, фонтанов, зенитных фонарей до стеклянных козырьков и ограждений.

Зеркально-стеклянная архитектура формирует образ изменчивости окружающего мира, который стал привлекателен для многих современных архитекторов и дизайнеров.

Ранее стекло являлось довольно хрупким строительным материалом, и многие по этой причине

избегали использовать его. Современное стекло, является не только средством, помогающим любоваться захватывающим видом из окна. Сейчас это - энергоэффективный, безопасный и прочный строительный материал. Теплосберегающее стекло (низкоэмиссионное, ТОП-стекло) — полированное стекло, имеющее специальное низкоэмиссионное покрытие из оксидов металлов, позволяющее сохранять больше тепла в помещении по сравнению с обычным стеклом. Низкоэмиссионное покрытие прозрачно для человеческого глаза — визуалью теплосберегающее стекло не отличается от обычного прозрачного стекла.

Теплосберегающее стекло применяется обычно в качестве внутреннего стекла в стеклопакетах. Стеклопакеты с ТОП-стеклом сокращают теплопотери, позволяя экономить на обогреве помещений.

В прошлом стекло использовалось главным образом для заставки оконных проемов, сегодня оно применяется в элементах как внутренней, так и внешней архитектуры.

Стекло является недорогим материалом, который полностью подвергается утилизации - очень важное свойство в текущую эпоху повышенной экологичности. Сегодня использование стекла в строительстве повысилось впечатляющим образом по причине быстрых темпов его производства и улучшения его технологии. Можно создать идеально устойчивое решение остекления для всех сезонов и желаемой функциональности. Это экологически чистый продукт, который помогает снизить потребление энергии.

Светопрзрачные ограждения позволяют нам с успехом использовать лучистую энергию Солнца для естественного освещения интерьеров.

В арсенале современного архитектора применение стекла в архитектуре является одним из основных приемов строительства. На заре становления новой архитектуры именно стекло — материал промышленного века — было выбрано для воплощения смелых архитектурных идей в сооружениях, оказавших влияние на все последующее ее развитие, в том числе и на монофункциональные здания.

Что такое теплосберегающие (энергосберегающие) стекла? Это такие стёкла, на которые наносятся специальные ультратонкие совершенно прозрачные, низкоэмиссионные покрытия. Они хорошо пропускают солнечный свет внутрь помещения и не пропускают за пределы здания исходящее тепло от отопительных приборов, в результате чего теплый воздух остается в помещении. Это существенно снижает затраты на обогрев помещения и экономит энергию.

Энергосберегающие стёкла по своей технологии и эффективности делятся на К-стекло и И-стекло.

1. К-стекло изготавливается по пиролитической технологии со стойким твёрдым покрытием (металлическим). Технология производства К-стекла заключается в нанесении покрытия на стекло в процессе его изготовления. Оксиды металла распыляются на стекло при температуре около 600 градусов. При такой высокой температуре оксиды металла проникают в саму структуру стекла, становясь со стеклом единым целым.

По внешнему виду К-стекло не имеет никаких отличий от обычного стекла.

К-стекло существенно сокращает теплопотери. Оно пропускает коротковолновую солнечную энергию в помещение и не пропускает длинноволновое теплоизлучение отопительных приборов наружу. К недостаткам К-стекла можно отнести его меньшую по сравнению с И-стеклом эффективность и высокую цену.

К-стекло можно закалить и ламинировать. Закаливается стекло путём химической или термической обработки, поэтому повышается прочность стекла к различного рода ударам и перепадам температур. Ламинированное стекло - это два или более стёкол, соединённых между собой специальной плёнкой или специальной жидкостью.

Потери тепла в помещении происходят за счет: конвекции (теплый воздух помещений контактирует со стеной, стеклом, охлаждается, опускается вниз, на его место приходит другая часть теплого воздуха, и помещение постепенно охлаждается);

кондукции (прямая передача тепла, зависящая от теплопроводности материала, из которого сделаны стены, рамы);

излучения инфракрасных волн рамами и стеклом (чем больше разница температур между стеклом и окружающей средой, тем активнее излучение).

Таким образом, для уменьшения теплопотерь отопительные приборы размещают под окнами, создают рамы с низкой теплопроводностью, специальные отражающие покрытия стекол, заполняют пространство между стеклами менее склонной к теплообмену средой.

Однако, эффективность метода, как известно, определяется не только правильно намеченным направлением конструкторской мысли. Важен подход. К примеру, некоторые предлагают не пытаться отсечь холодные потоки, а просто "включить окно в розетку"...

Стеклопакеты с электронагревом. Тема энергосбережения и экономии во всех областях, прежде всего в области коммунального хозяйства, сегодня актуальна как никогда. Известно, что большая часть теплопотерь в наших квартирах и эфисах происходит через окна, и не просто через оконные конструкции, а через стекла. Не меньшую остроту данный вопрос приобретает в летние месяцы, когда на улице стоит жара, которая проникает в помещения. Даже современные стеклопакеты не в состоянии стать стопроцентной преградой, и здесь на

помощь приходят энергосберегающие пленки.

Основная способность этого материала состоит в том, что атермальные пленки отражают тепловые лучи и излучение УФ-спектра, но беспрепятственно пропускают свет. Достаточно нанести пленку на стекло и атмосфера в комнатах станет намного комфортнее. Над созданием подобных материалов долгое время работали ученые, и вот сегодня теплосберегающие пленки стали общедоступными, широко используются в различных сферах, прежде всего в изготовлении оконных конструкций.

Энергосберегающие пленки состоят из нескольких слоев. Для отражения тепловых лучей необходимы мельчайшие частицы определенной структуры и размеров. Атермальные пленки имеют в своем составе сверхтонкий слой металлических или керамических частичек, которые и являются фильтром.

Какими особенностями обладают теплосберегающие пленки, чем они нам полезны? Итак, энергосберегающие пленки:

- помогают сберечь тепло в холодное время года. Применяв атермальные пленки, мы можем сберечь до 30 процентов тепловой энергии. Таким образом, достигается экономия на отоплении квартиры, офиса, другого помещения;

- позволяют сохранить прохладу летом. Тем самым теплосберегающие пленки сокращают рабочую нагрузку на кондиционеры, экономят электроэнергию, снижают расходы на амортизацию оборудования;

- задерживая тепло, энергосберегающие пленки пропускают значительную часть световых лучей - примерно 70 процентов. По данному показателю они намного превосходят специальные виды стекол (энергосберегающие стекла типа «И» и «К»);

- задерживают практически все лучи УФ-спектра, которые служат причиной выгорания мебели, отделочных материалов, картин и других предметов;

- энергосберегающие пленки не только защищают от холода и жары, но и сокращают уровень электромагнитного/ поля (небезвредного для нашего организма), а также препятствуют утечке информации через стекла;

- при всех уникальных свойствах атермальные пленки остаются полимерным материалом, то есть увеличивают прочность стекла, не позволяя ему при ударах разлетаться на осколки.

- На сегодняшний день энергосберегающие пленки выпускаются в различных вариантах. Есть, например, пленки с зеркальным напылением: прозрачные с одной стороны и напоминающие зеркало - с другой.

- Многие производители оконных конструкций предлагают своим клиентам сразу выбрать окно с защитной пленкой. Но даже если у вас уже установлены окна, нанести на них теплосберегающие пленки вполне возможно.

- Многократно были сделаны расчеты, которые показывают, что атермальные пленки - сами по себе весьма доступные - позволяют достичь существенной экономии. Эффективность применения пле-

нок подтверждена и на практике. Если добавить сюда дополнительные положительные качества, которыми обладают пленки, следует признать, что этот материал чрезвычайно перспективен и актуален.

- И дело не в том, что на смену одному архитектурному стилю пришел другой, новые конструкции явились материально-технической основой новой пространственной концепции архитектуры XXI века. Речь идет о принципиальных изменениях творческом, функционально-художественном освоении реальности пространства и его выразительных возможностей. На смену изобразительно-ордерной архитектуре, основной задачей которой были организация и художественное оформление громоздких объемов зданий, пришла архитектура, существенными признаками которой стал безусловный подавляющий перевес элементов свободного пространства и его форм над ограждающими массами[2, с. 17].

- Благодаря применению и синтезу стекла-архитектура, основанная на новой пространственной концепции, характеризуется такими важными чертами, как открытостью, разомкнутостью пространства, взаимным проникновением, перетеканием и слиянием внутреннего и наружного пространства, насыщенностью света.

- Важным, в этой отрасли, представляется то обстоятельство, что архитектура вступила в тот этап своего развития, который позволил по-новому взглянуть на ее сущность как средства организации материальной и художественной среды, в которой живет, работает и отдыхает человек.

- Современные архитекторы начали осознавать творческие возможности новой архитектурной концепции. На ее основе появляются новые проекты городов будущего, городов-фантазий. Они различны. Они порождают вокруг себя много споров и идей. Являясь граничным выражением пространственной концепции, они содержат попытки сформулировать новые конструктивные и художественные принципы зодчества будущего.

- Стекло является основным материалом ограждающих конструкций здания и внутренних стен, разграничивающих функциональные зоны. Архитектурно-художественный образ сформирован вертикально расположенными цветными полупрозрачными параллелепипедами. В наружном остеклении используется стекло типа хамелеон.

- Общие понятия

- Закаленное стекло - это стекло, у которого путем химической или термической обработки повышается прочность к ударам и перепадам температуры по сравнению с обычным стеклом. При разрушении закаленное стекло распадается на мелкие безопасные осколки, поэтому такое стекло называют еще и «безопасным». Цвет, прозрачность, химический состав и характеристики пропускания света в закаленном стекле не изменяются. Не изменяется также твердость, коэффициент расширения, термическая проводимость и другие физические параметры. Улучшаются лишь прочность на изгиб и разрыв, а также устойчивость к термическим напряжениям.

- Химическое предварительное напряжение  
 - Стекло погружают в солевой раствор, содержащий ионы калия. В структуре стекла, ионы калия замещают ионы натрия и приводят к деформации сжатия на верхних слоях стекла. Поскольку, таким образом, удастся воздействовать лишь на тонкий слой, так обрабатывают очень тонкое стекло, которое не применяют в строительстве. Высокая прочность стекла при изгибе (до 1000 Г1/мм<sup>2</sup>) обуславливает широкое использование такого стекла в лабораториях.

- Термическое предварительное напряжение  
 - Термическое предварительное напряжение (закаливание) состоит в том, что прирезанное до нужных размеров стекло пропускается через печь, где нагревается до температуры не более 650°C (если температура выше - стекло может размягчиться, что недопустимо). На выходе из печи стекло быстро охлаждается (закаливается) путем нагнетания воздуха на обе поверхности одновременно. Внешние слои стекла (примерно по 20% от общей толщины) быстро сокращаются, создавая помехи для сжатия внутреннего слоя (около 60% толщины), который из-за этого находится в растянутом состоянии. В свою очередь, наружные слои остаются в сжатом состоянии. Это напоминает работу предварительно напряженных железобетонных конструкций, в которых роль внутреннего слоя закаленного стекла работает как предварительно растянутая арматура[3, с.131].

- **Физические особенности закаленного стекла** Известно, что стекло очень крепкий материал (Рис.1). Его твердость и прочность на сжатие обеспечивают большая доля диоксида кремния. Но в то же время диоксид кремния определяет хрупкость стекла, поэтому оно плохо поддежит пластической деформации изгиба. Обычно при достижении нагрузки при изгибе 40-50 Н/мм стекло ломается, образуя большие осколки, опасные для людей.

- Поэтому сегодня в мире в оформлении фасадов и витрин зданий различного исполнения применяется - безопасное, и в первую очередь, закаленное стекло.

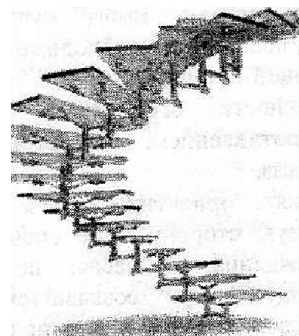


Рис. 1.Пример прочности стекла.

Максимально допустимо напряжение при изгибе закаленного стекла в 4-5 раз выше обычного - 200 Н/мм<sup>2</sup>. Максимально допустимо напряжение при изгибе закаленного стекла в 4-5 раз выше обычного -200 Н/мм<sup>2</sup>. Максимально допустимо напряжение при изгибе закаленного стекла в 4-5 раз

выше обычного -200 Н/мм<sup>2</sup>. Максимально допустимо напряжение при изгибе закаленного стекла в 4-5 раз выше обычного -200 Н/мм<sup>2</sup>. Максимально допустимо напряжение при изгибе закаленного стекла в 4-5 раз выше обычного -200 Н/мм<sup>2</sup>.

Кроме того, такое стекло гораздо лучше противостоит колебаниям температуры. Термостойкость плоского закаленного стекла достигает 180- 200°С, тогда как у обычного стекла оно не превышает и 100°С. В то же время цвет, прозрачность, химический состав и характеристики пропускания света в процессе термической обработки не изменяются. Таким образом, твердость, коэффициент расширения, термическая проводимость и другие параметры закаленного стекла остаются такими же, как и у обычного. Вот почему такое стекло широко применяется в транспортной и строительной индустрии.

К числу недостатков закаленного стекла относится невозможность его механической обработки. Поэтому любую обработку (сверление, шлифование, обработку кромок) стеклу должно пройти заранее.

Для испытаний прочностных характеристик закаленного стекла используют два основных теста. Стекло должно выдерживать без разрушения удар стального шара массой 227 ±2 г, падающего с высоты от 2 м (для стекол толщиной 4 мм) до 3 м (при толщине стекла выше 6 мм). Стекло должно также выдерживать без разрушения удар мягкого тела массой 45±1 кг (см. рис. 1). В случае превышения указанных выше нагрузок стекло должно образовывать безопасные осколки, число которых нормируется в зависимости от толщины. Остекление в современном здании обеспечивает естественное освещение и микроклимат в помещениях, а также защищает их от проникания уличного шума. В зданиях с большими размерами остекления, строящихся в последние годы, существенно ухудшается микроклимат, повышаются капитальные и эксплуатационные затраты.

Избыточное остекление, иногда занимающее до 70-80 % фасада здания (якобы это требует современная архитектура) создает много существенных недостатков. Так, вследствие необходимости поддержания повышенной температуры в зданиях и большей поверхности ограждений с низким термическим сопротивлением, теплопотери увеличиваются в 1,5-2,5 раза.

В помещениях, ориентированных светопроемами на солнечную сторону и не оборудованных системами охлаждения, с весны по осень в солнечную погоду могут создаваться дискомфортные условия вследствие повышения внутренней температуры. Около окон в холодную погоду в помещениях появляются зоны с дискомфортными условиями вследствие повышенной отрицательной радиации и инфильтрации наружного воздуха, а также интенсификации ниспадающих холодных потоков воздуха[1, с.29].

Увеличиваются также единовременные затраты на сооружение зданий в связи с тем, что в зданиях с избыточным остеклением отопительно-вентиляцион-

ные установки (особенно зарубежные) требуют больших затрат. В помещениях, ориентированных светопроемами на солнечную сторону, при избыточном остеклении, в некоторых климатических районах, для обеспечения комфортного микроклимата, в летнее время приходится устраивать искусственное охлаждение, что создает дополнительные единовременные и эксплуатационные затраты, тогда как в зданиях, сооружаемых в этих же районах с остеклением, выполненным по нормам естественного освещения и санитарным требованиям, во многих случаях можно получить комфортный микроклимат без применения искусственного охлаждения.

В интерьере стекло используют для строительства лестниц, лифтов и - традиционно - стен. Существуют дома, в которых все стены выложены из стекла. Раньше такое большое количество стекла выдвигало перед владельцами дома другие аспекты - требования обогрева либо охлаждения помещений, что влекло за собой совсем немалые затраты. К счастью, сегодняшний прогресс стеклянной промышленности позволяет нам выбирать из огромного ассортимента стекол разного типа, каждый из которых имеет свои преимущества.

Стекло имеет богатейшую историю и обширный опыт применения в современном строительстве. Разумное сочетание этих противоречивых условий применения остекления в современных зданиях наряду с использованием специфических свойств специальных строительных стекол и средств искусственного регулирования внутренней среды— единственный путь к созданию зданий, полноценных в утилитарном отношении и выразительных по архитектурному облику[2, с.51].

По этой причине фасадное остекление так актуально на сегодняшний день, именно оно становится главной движущей силой в формировании архитектурных решений нового направления.

Сегодня при использовании в строительстве стекла необходимо учитывать его эксплуатационные и декоративно-художественные качества, поэтому автор, проектируя фасадное остекление зданий, должен обязательно учитывать его ориентацию по сторонам света и применять различные виды стекла. На северной стороне здания главная функция стекла заключается в том, что бы удержать тепло и не допустить проникновения в здание холодного воздуха. С южной стороны стекло должно выполнять совершенно другую роль, которая заключается в защите внутреннего пространства от переизбытка тепла и света, поэтому это требует применения стекла другого вида и функций.

В качестве яркого примера можно сказать о крупном торгово-развлекательном центре в столице Казахстана Астане. Он является самым большим шатром в мире - как синтез стекла и архитектурного образа.

Оригинальная архитектура центра — здание представляет собой гигантский прозрачный шатер из стекла и полимерного материала.

Общая площадь Хан Шатыра— 127 тысяч

квадратных метров. В помещении размещены рознично-торговые и развлекательные комплексы. В том числе супермаркет, семейный парк, кафе и рестораны, кинотеатры, спортивные залы, аквапарк с искусственным пляжем и бассейны с эффектом волн, служебные и офисные помещения, паркинг на 700 мест и многое другое. Главная изюминка Хан Шатыра - пляжный курорт с тропическим климатом, растениями и температурой +35 градусов круглый год. Песчаные пляжи курорта оснащены системой отопления, которая создает ощущение настоящего пляжа, а песок привезен из Мальдив.

Архитектором сооружения является Норман Фостер. Здание представляет собой гигантский шатер высотой 150 м (шпиль), сконструированный из сети стальных вант, на которых закреплено прозрачное полимерное покрытие ETFE - аналогично стеклу. Благодаря особому химическому составу, он защищает внутреннее пространство комплекса от резких температурных перепадов и создает комфортный микроклимат внутри комплекса [4, с.23].

Действующие нормативные документы, по которым определяется площадь остекления обществен-

ных зданий, недостаточно совершенны, так как не дается четкое ограничение размеров остекления зданий, не учитывается влияние остекления на микроклимат помещений; не указывается на необходимость расчетного определения микроклимата в избыточно остекленных помещениях, выходящих на солнечную сторону при отсутствии в них искусственного охлаждения; не учитывается целесообразность применения в помещениях большой глубины искусственного освещения, которое получило существенное развитие за последние годы.

#### Литература:

1. "Мир архитектуры" - А. Гутнов. Москва - 2011 - 352с.
2. Архитектурный ансамбль как форма реализации синтеза : сб. науч. тр. под ред. И. А. Азизян, Л. И. Кирилловой. - М.: Изд-во ВНИИТАГ, 20011.
3. Проект-Россия. Журнал по архитектуре, дизайну и строительным технологиям - № 3; 2012г.
4. Проект-Россия. Журнал по архитектуре, дизайну и строительным технологиям - № 5; 2012г.

**Рецензент: доктор архитектуры, профессор Козбагарова Н.Ж.**