



## СТЕКЛО ДЛЯ АДАПТИВНЫХ ФАСАДОВ: ВЗГЛЯД НА ОБОЛОЧКУ ЗДАНИЯ БУДУЩЕГО

*Адаптивный фасад способен автономно реагировать на изменения условий окружающей среды для достижения оптимальной эффективности с точки зрения технических требований и удобства пользователя. В то же время адаптивные фасады способны помочь снизить эксплуатационные расходы до минимума.*

### Что такое адаптивные фасады?

В связи с растущими требованиями рынка характеристики ограждающих конструкций могут и должны стать значительно лучше, чем сегодня. Адаптивный фасад завтрашнего дня – многофункциональный, умный и самоуправляемый. Это также активная, самообучающаяся и самооптимизирующаяся система.

Концепции адаптивных фасадов сегодня варьируются от динамического остекления (с переменным коэффициентом  $g$ ) и солнцезащитных систем до фотоэлектрической интеграции и шумопоглощающих, а также самоочищающихся фасадных материалов. И смарт-стекло играет здесь важную роль.

Еще одной долгосрочной целью производителей и разработчиков фасадов должно быть создание новых ограждающих конструкций, которые также являются самодостаточными с точки зрения энергии за счет собственного производства электроэнергии, например, с помощью встроенных солнечных батарей. Адаптивные фасады адаптируются, среди прочего, к изменению наружной температуры, а также к изменению солнечной радиации (затенение от солнца и защита от бликов). В то же время они позволяют оптимизировать приток естественного дневного света. Для достижения оптимума такие умные фасады интегрируются в систему управления зданием.

Требования к адаптивным фасадам:

- динамическая защита от солнца во избежание тепловых нагрузок;
- динамическая защита от бликов в зависимости от интенсивности солнечного излучения;

- достаточное пропускание дневного света для оптимального освещения помещений;

- использование систем управления освещением для направления света во внутренние помещения;

- выработка энергии, т. е. использование солнечного света зимой;

- производство электроэнергии (энергетическая самодостаточность, фотоэлектрические системы, интегрированные в здание);

- функциональная вентиляция (по возможности, автоматизированная).

### Умное стекло для адаптивных фасадов

Адаптивное остекление играет важную роль в функционировании адаптивных фасадов. Различают активные (переключаемые) системы фасадного остекления и пассивные (реактивные) системы.

Пассивный способ действия используется, например, с вариантами

фототропного, термотропного или термохромного стекла. До сих пор активный механизм действия достигался электрохромными или газохромными системами, а также глазурью на основе жидких кристаллов, диспергированных в полимере (PDLC), или устройств с взвешенными частицами (SPD). Наиболее современным вариантом является адаптивное стекло на основе жидкокристаллических технологий LCW.

### Электрохромное стекло

В прошлом «активное» стекло в основном было доступно на рынке в виде электрохромных многослойных систем (ЕС-систем). Электрохромия относится к обратимому изменению цвета или изменению пропускания света материалом в результате электрохимической реакции.

Электрохромное стекло изменяет свои свойства поглощения, пропускания и отражения при приложении постоянного напряжения. Пропускание в видимом и ближнем инфракрасном



*Первый магазин Lidl, оснащенный смарт-стеклом фирмы SageGlass*



**Фасад отеля в Амстердаме с электрохромным стеклом, изготовленный фирмой Huesk**

спектре частично снижается из-за повышенного поглощения, что является недостатком.

Сегодня электрохромное стекло прочно и надежно, способно сохранять свой цвет в течение всего срока службы и имеет столь же высокий диапазон переключения. Сейчас есть очень простые в использовании системы управления, а потребность в электроэнергии

составляет около двух ватт на квадратный метр.

Причинами, по которым использование электрохромного стекла на рынке не так широко распространено, как могло бы быть, являются:

- ограничение ширины стекла до 1,6 метра;
- цветовой градиент из-за падения напряжения;

- наличие стекол только синего или серого цвета.

Кроме того, в зависимости от условий, время переключения иногда может быть больше: примерно от трех до 20 минут. Это приводит к более высокой защите от бликов, но также и к значительному изменению цвета.

Диапазон вариантов дизайна для электрохромного стекла обычно ограничен. Фирма EControl предлагает самые широкие возможности, вплоть до круглых окон. В настоящее время EControl так же поставляет многослойное безопасное стекло в качестве конечного продукта, что позволяет в дальнейшем изготавливать из него стеклопакеты. Стоимость электрохромных систем обычно превышает 600 евро за квадратный метр, включая блок управления.

### Стекло с промежуточным слоем PDLC

Эти многослойные стекла имеют промежуточные слои PDLC с изменяемым светопропусканием на основе полимерных жидкокристаллических пленок, находящиеся между двумя листами стекла. Их относят так же к защитному остеклению. Пленки PDLC обладают высоким коэффициентом поглощения. Поэтому стекла с пленками PDLC с изменяемым светопропусканием используются в качестве экранов для затенения (например, в конференц-залах), но не в качестве защиты от солнечных лучей при остеклении зданий – из-за затемнения, которую они создает. Поскольку существует много поставщиков промежуточных слоев PDLC, качество и цены могут сильно различаться.

Система работает следующим образом: внутри полимера хаотично ориентированы молекулы жидкого кристалла, которые рассеивают падающий свет – стекло непрозрачно. При подаче напряжения все молекулы жидкого кристалла ориентируются в одном направлении, и стекло становится прозрачным.

### Стекло на основе жидких кристаллов

Недавно немецкий производитель и лидер рынка жидких кристаллов



**Спустя 40 лет башню Глатт в Валлизеллене, Швейцария, пришлось отремонтировать. Башня получила новую оболочку здания, оснащенную смарт-стеклом фирмы SageGlass**



Merck начал предлагать «активное» стекло, которое теперь представлено на рынке под торговой маркой euryse. Используемые жидкие кристаллы Licrivision представляют собой жидкокристаллические смеси с добавлением красителя, которые используются в смарт-стекле. Стекло euryse теперь предлагается в качестве солнцезащитных систем и систем обеспечения конфиденциальности как для фасадного остекления, так и для затенения помещений внутри зданий.

Для приведения стекол euryse из непрозрачного в прозрачное состояние и наоборот используются холестерические LC-смеси, которые позволяют осуществлять это переключение без временной задержки и почти не имеют рассеяния/мутности, что делает стекла пригодными для фасадного остекления. Подавая относительно низкое переменное напряжение на LC-ячейку и изменяя тем самым параметры состояния компонентов жидкокристаллической смеси, можно регулировать коэффициент пропускания стекол euryse за считанные секунды и контролировать интенсивность светового потока, дымку, блики и прозрачность.

Стекло euryse на основе LC-смесей в настоящее время может быть изготовлено размерами до 1,60 на 3,50 метра, широкой цветовой гаммы и использоваться в диапазоне температур от минус 40 до плюс 120 °С, а значения  $\rho$  могут быть оптимизированными. Для производства стекла euryse

компания Merck создала промышленные производственные мощности в Эйндховене (Нидерланды).

### **Дневной свет становится все более важным фактором**

Согласно последним исследованиям, для фасадных конструкций зданий требования в отношении естественного освещения помещений будут иметь все большее значение. Использование солнечного и дневного света (48% солнечной энергии) становится все более важным. Цель состоит в том, чтобы обеспечить минимальный нагрев летом и, в то же время, большую яркость и лучшее освещение внутренних помещений за счет управления светом. Блеска и бликов следует избегать выборочно.

Учет биологических эффектов света, включая цикл сна-бодрствования, выработку гормонов и витамина D и т. д., является важной дополнительной задачей. Как и сокращение потребления энергии для электрического освещения (эквивалентно 19% мирового потребления электроэнергии). Ситуация осложняется тем, что времена года, время суток и привычки пользователей предъявляют очень разные требования. Последние учитываются слишком мало, потому что они не регистрируются.

Умные решения требуют совместного сотрудничества и исследований. До сих пор в строительной отрасли, ориентированной на торговлю, не су-

ществовало целостного подхода. Таким образом, разработки в основном ограничивались отдельными компонентами, что не позволяло найти оптимальное решение. Кроме того, отсутствовали подходящие системы контроля, которые бы регистрировали и учитывали потребности пользователей и условия окружающей среды.

### **Вот чего предстоит достичь фасадному стеклу в будущем**

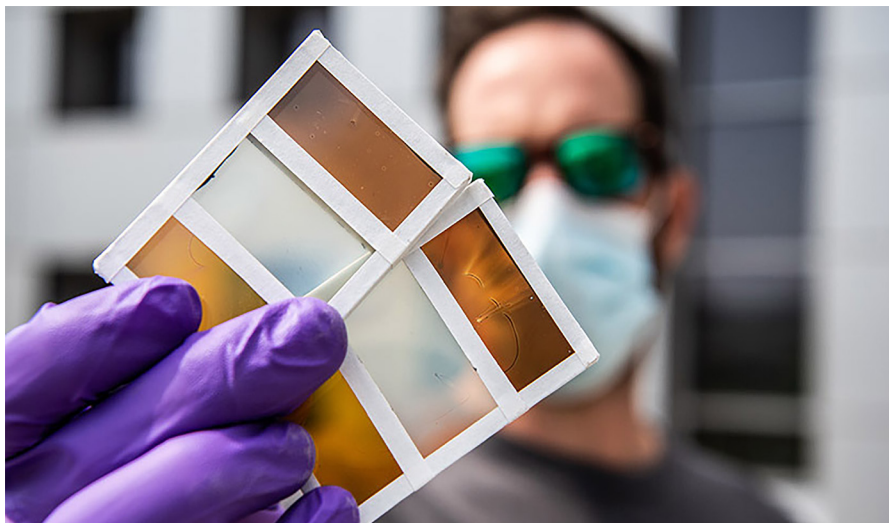
Чтобы оптимально сбалансировать энергоэффективность, защиту от бликов, подачу дневного света и климат в помещении, «активные» стекла для управления дневным светом в зданиях будут играть ведущую роль в общем контексте «адаптивных фасадов» и «умных зданий». Кроме того, «активное» смарт-стекло делает механические компоненты затенения устаревшими.

В будущем фасадное стекло будет обеспечивать общий оптимум с учетом местоположения, размера и ориентации, сезона и времени суток, а также погоды, способа и цели использования фасада или изделия из стекла. Будущие фасады будут оптимизированы для удобства пользователей и общего состояния здоровья с помощью самообучающихся и самоконтролирующихся систем.

Оптимальное решение – это прозрачный строительный элемент, свойства которого могут быть адаптированы по-разному: для любого климата, для разных пользователей и для самых разных форм и ориентаций конструкции – с сенсорным управлением и реакцией, а также с самообучением.

Конкретные потребности разработки активных систем включают снижение себестоимости продукта за счет разработки технологий и материалов, использования тонких стекол, производства стекла больших форматов, нейтрального вида или различных цветов, улучшения индекса селективности TL/TE и усиления защиты от солнечного излучения (г-значение).

Это требует разработки систем для различных климатических зон и областей применения, а также новой концепции управления и связи, а не



*Прозрачность и цвет стекол меняются в зависимости от температуры*



только интеграции в системы управления зданием, особенно регистрации комфорта пользователя.

Но никогда не забывайте: главная цель здания – чтобы люди чувствовали себя в нем комфортно, а не для того, чтобы оно было энергоэффективным. Ограничение возможностей пользователей – неподходящий путь даже для освоения новых рынков. Если здание «знает», как люди его используют и каковы их предпочтения в плане внутреннего климата, оно может реагировать соответствующим образом.

Поэтому важно повышать комфорт и одновременно экономить энергию, используя подходящие системы обнаружения, а не чрезмерную автоматизацию здания. Защита от бликов и использование дневного света являются важными компонентами хорошего самочувствия.

### Чего фасады должны будут достичь в будущем

До сих пор было трудно согласовать физические требования к остеклению здания. Однако более сложным аспектом является успевать за меняющимися требованиями пользователей. Решающим фактором является не производительность продукта как таковая, а, прежде всего, простые системы управления (предпочтительно, адаптивные и самообучающиеся), которые в контексте всех структурных требова-

ний в зданиях учитывают меняющиеся требования пользователей и практически не нуждаются в регулировании.

В центре внимания текущих исследований находятся активные и адаптивные системы, которые целенаправленно взаимодействуют со своими пользователями и окружающей средой. Здания завтрашнего дня будут значительно отличаться от сегодняшних жестких и пассивных строительных объектов благодаря интерактивным пространствам и адаптируемым ограждающим конструкциям. В то же время активные системы должны стать значительно более экономичными и предлагать высокую степень свободы проектирования и возможности интеграции.

До сих пор это было возможно лишь частично с использованием электрохромных стекол, поэтому рост рынка был ограничен. Новые системы на основе жидких кристаллов, доступные сегодня на рынке, открывают новые возможности, поскольку они не имеют фундаментальных технических ограничений в отношении цвета, размера и дизайна. Важнейшей задачей здесь является значительное снижение производственных затрат.

Разработка находится в фазе завоевания рынка, поскольку усовершенствованные системы и новые технологии используются впервые, и есть шанс получить долю рынка до

10% от общего мирового рынка в ближайшие несколько лет. Достаточно причин, чтобы подробно рассмотреть эту тему и соответствующим образом согласовать ассортимент продукции и инвестиции. Интересны возможности использования не только в строительном секторе, но и на железнодорожном, автомобильном и авиационном рынках, а также для круизных лайнеров и систем охлаждения.

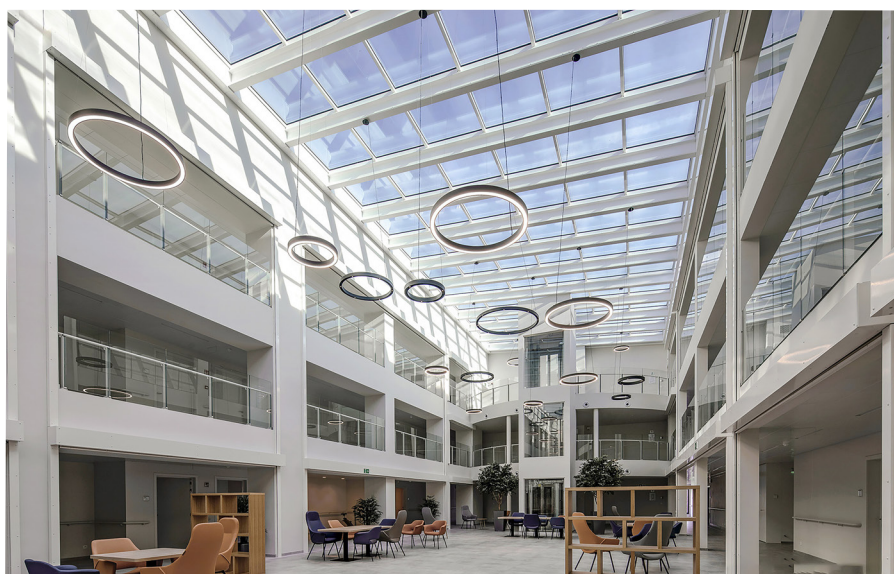
Клиент покупает не продукт, он покупает решение для набора проблем/потребностей, он покупает выгоду от использования, экономит затраты на энергию и способствует защите окружающей среды. Нет никаких сомнений в том, что «умные» решения могут полностью заменить статическое остекление. Это произойдет в том случае, если, с одной стороны, они будут общеприменимыми и допускать самые разные архитектурные решения, а с другой – будут иметь привлекательную цену.

### Выводы

Адаптивный фасад будущего генерирует, хранит и распределяет энергию, имеет естественные системы вентиляции и отличается высокой эффективностью с точки зрения энергопотребления и использования ресурсов. Это делает его устойчивым и энергетически самодостаточным, а значит, и экономически интересным.

Решающим фактором проникновения на рынок являются не только характеристики продукта, но, прежде всего, связанная с ним система контроля. Рынок фасадов будущего должен включать в себя интеллектуальные самообучающиеся системы управления зданиями и фасадами. С одной стороны, они обеспечат оптимальный комфорт пользователя в контексте всех требований строителя в контексте физики, а с другой – помогут снизить потребление энергии (например, за счет оптимизации защиты от солнца и тепла; снижения затрат на кондиционирование воздуха и освещение) и, таким образом, способствовать более устойчивому использованию ресурсов в дополнение к снижению текущих эксплуатационных расходов.

Источник: [www.gw-news.eu/facade-windows/](http://www.gw-news.eu/facade-windows/)



Прозрачность и цвет стекол меняются в зависимости от температуры