



Центр научно-технической информации и библиотек
– филиал ОАО «РЖД»

Дифференцированное Обеспечение Руководства

51/2021

«Умные» оконные технологии – один из главных элементов энергоэффективного дома будущего

Сегодня порядка 75% зданий в ЕС нельзя назвать энергоэффективными. По статистике, основной причиной потери тепла зимой и перегрева летом являются окна.

Разработка «умных» оконных технологий нацелена на снижение использования энергоемких систем отопления и кондиционирования. Исследования финансируются ЕС и нацелены на выполнение программы модернизации европейских зданий в плане энергоэффективности.

В теплое время года можно достичь экономии энергии на кондиционировании воздуха при помощи изменения режима освещения, будь это шторы, жалюзи или изменение прозрачности самого стекла. Добиться переменной прозрачности стекла можно с помощью стекольных композитов, использующих фотохимические явления, связанные с изменением пропускающих свойств при изменении внешних условий: изменение светового потока (фотохромизм), электрического напряжения (электрохромизм), температуры (термохромизм).

Эффект фотохромизма давно используется при производстве очковых линз. Электрохромные стекла изготавливаются разными способами. Наиболее известен литий-ионный способ, при котором стекло покрывается тонким слоем металлических химикатов. Рабочая плёнка таких «умных» систем наносится процессами, аналогичными тем, которые используются при изготовлении интегральных микросхем (например, кремниевых компьютерных чипов). На производстве электрохромное «умное» окно

изготавливается либо на основе силикатного стекла, либо на базе пластика (технический термин — «подложка» или базовый материал).

Рабочая поверхность покрывается несколькими тонкими слоями с помощью процесса распыления. На внутренней поверхности изделия (смотрит внутрь помещения) «умное» окно имеет двойной «сэндвич», состоящий из пяти ультратонких слоёв:

- центральный разделитель,
- два электрода (тонкие электрические контакты) с каждой стороны разделителя,
- два прозрачных электрических контактных слоя с обеих сторон электродов.

Принцип работы основан на периодической миграции ионов лития сквозь сепаратор между двумя электродами. Обычно, когда «умное» окно прозрачно, ионы лития сосредоточены в области одного из электродов, выполненных на базе оксида лития-кобальта (LiCoO_2). Когда на электроды подаётся некоторое напряжение, ионы мигрируют через сепаратор к другому электроду. Прохождением через сепаратор, выполненный из поликристаллического оксида вольфрама, электроны способствуют отражению света. Соответственно, налицо эффективное переключение умного окна в затенённое состояние. По мере изменения напряжения на электродах происходит обратный процесс, соответственно «умные» окна вновь приобретают состояние прозрачности. Что примечательно, энергия расходуется только в моменты переключения электрохромных окон в прозрачное или затенённое состояние. Оставаясь в любом из режимов, «умные» окна не расходуют электрической энергии.

По оценкам производителя «View Glass», электрохромное стекло помогает сократить пиковое потребление энергии на охлаждение и освещение примерно на 20%. Поскольку «умное» остекление работает от электричества, легко организовать управление системой с помощью схемы «умного» дома или датчика солнечной энергии, независимо от присутствия внутри здания владельцев.

Существуют и бюджетные варианты переделки стандартных окон в «умные». Известные в области остекления производители «Sonte» и «Smart Tint», к примеру, предлагают тонкую самоклеящуюся электрохромную плёнку. Плёнка позволяет включать / выключать вновь созданные «умные» конструкции специальным приложением на смартфоне.

Электрохромные плёнки используют технологию, аналогичную жидкокристаллическому дисплею, где жидкие кристаллы под точным электронным управлением изменяют массив проходящего света. Когда ток подключен, кристаллы выстраиваются линейно подобно открывающимся

жалюзи, обеспечивая прохождение лучей света. Если же ток выключен, кристаллы ориентируются случайным образом, рассеивают свет, делая «умные» окна непрозрачными. Согласно утверждениям специалистов «Smart Tint», «умная» плёнка способна пропускать 98% света в режиме прозрачности. В другом режиме коэффициент пропускания снижается примерно втрое, обеспечивая состояние непрозрачности. Долговечность пленки определяется количеством переключений, которое заявлено производителем на уровне не менее 3 млн. раз.

Основным недостатком электрохромных устройств является зависимость от электричества: требуется питание, блок управления, датчики. Все это усложняет и удорожает систему. В настоящее время ведутся исследования по созданию «умных» окон, не требующих такой периферии.

Одно из направлений – стартовавший в 2016 году исследовательский проект Intelglazing профессора Иоанниса Папаконстантину. Ученый использовал инновационные идеи в нанотехнологиях и фотонике (физике света) для создания специальных изолирующих покрытий.

Идея Intelglazing состоит в создании двухслойного многофункционального покрытия, состоящего из микроскопического слоя наноструктурированного стекла в форме крошечных гребешков, высота которых составляет менее микрометра, и слоя оксида ванадия. В результате наложения «гребешков» друг на друга обеспечивается рассеивание солнечного света, устраняются блики. Оксид ванадия – термохромное вещество, то есть меняет свои цвет и другие свойства при изменении температуры. При температуре ниже +32 С оксид ванадия является полупроводником, который не пропустит инфракрасное излучение, но и не поглотит его. При повышении температуры кристаллическая решетка изменяется, соединение оказывается проводником и начинает поглощать инфракрасное излучение.

Можно регулировать количество пропускаемого светового потока, изменяя концентрацию оксида ванадия в пленке. Таким образом, для южных и северных стран целесообразно выпускать разные типы пленки. Кроме этого, верхний слой пленки гидрофобный, что должно сократить частоту мойки окон, что особенно актуально для высотных зданий.

Профессор Папаконстантину разработал и комплексное решение для «умного» окна, призванное заменить кондиционер. Ученый смонтировал в стеклопакет особую конструкцию, состоящую из двух клапанов, датчиков и мини-вентилятора. Один клапан запускает в стеклопакет воздух с улицы, а второй впускает его в помещение. Пока воздух находится в трёхслойном стеклопакете, он прогревается солнечными лучами и попадает в помещение слегка теплым. Мини-вентилятор «гоняет» в стеклопакете прогреваемый

воздух, пока он не достигнет нужной температуры. Если пленка затемнила окно, после длительной рециркуляции в стеклопакете должно произойти охлаждение воздуха, который через клапан попадет в помещение.

По мнению создателей «умного» окна, такая система сократит затраты на установку кондиционеров. Эффективность такого решения неочевидна и требует дополнительных исследований.

Кроме модификации стекла, существуют и другие направления усовершенствования «умных» окон. Например, программируемая автоматическая система проветривания окон предоставляет возможность открывать и закрывать окна в определенное время. Изобретена встраиваемая в стеклопакет система климат-контроля, состоящая из клапана, монтируемого в верхней части створки, и датчика-привода, не нуждающегося в источнике питания. Датчик реагирует на лишнюю влагу в помещении и заставляет клапан открыться, пропуская свежий воздух. Если на улице поднимается сильный ветер, клапан автоматически закрывается, не позволяя пыли попасть в комнату.

В настоящее время инициативы в духе IntelGlazing вдвойне актуальны на фоне активно продвигаемой политики по снижению выбросов парниковых газов и сокращению углеродного следа производимых товаров. Исследования в области энергоэффективности остекления зданий активно поддерживаются государствами ЕС.

*Источник: hightech.plus, 05.03.2021
ulita-okna.ru, 28.04.2021;
<https://zetsila.ru>, 03.2021;*