

## Глава 9

# ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

## Устройство солнечного освещения в зданиях

С 1950 года население Земли удвоилось, а к 2050 году увеличится еще на 40 % по сравнению с сегодняшним днем. Рост населения и повышение уровня его благосостояния ведут к увеличению энергопотребления, а неуклонный мировой рост потребления энергоресурсов, на фоне растущего дефицита энергетических мощностей, объективно вынуждает человека к энергосберегающим мероприятиям в его повседневной жизни.

Уменьшение естественных запасов угля, нефти и газа вынуждает принимать меры по сокращению потребления топлива и других энергоресурсов. Такое развитие событий ведет к временному экономическому спаду, который можно преодолеть за счет успешного внедрения современных технологий, использующих альтернативные энергоресурсы. Альтернативные энергоресурсы обеспечивают экологическую безопасность и конкурентность, а вынужденная необходимость крупных инвестиций не является для них ограничением. К таким энергоресурсам относятся (в порядке их значимости): энергосбережение, гидроресурсы малых рек, геотермальная энергия, энергия ветра, солнечная энергия.

Пропаганда и внедрение в жизнь новых прогрессивных энергосберегающих технологий и оборудования в России в XXI веке (в частности, солнцеводов) поможет каждому человеку сократить текущие расходы на освещение, повысить инсоляцию помещений и обеспечить себе достойное и комфортное существование.

Компактная отражательная система солнечного освещения Solatube, установленная на крыше, собирает свет и направляет его вниз по цилиндру, обладающему высокими отражательными свойствами, к потолочному рассеивателю света, напоминающему стандартный светильник. Труба может быть повернута под углом вокруг препятствий в чердачном помещении и не требует обрамления. Благодаря оптимальной установке трубчатые световоды позволяют передавать максимальное количество доступного наружного освещения во внутреннее помещение без его поглощения полносборным туннелем. Используемая в трубчатом световоде технология позволяет устройству малого диаметра обеспечивать более сильное освещение, чем коробчатый фонарь верхнего света площадью 13 м<sup>2</sup>.

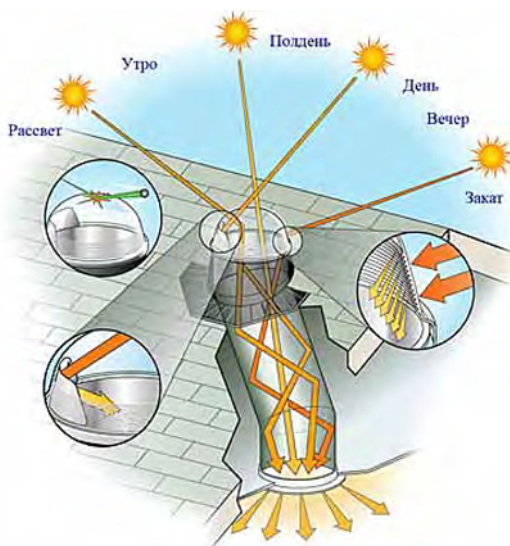
Такой световод во много раз эффективнее обычной полносборной световой шахты, в которой более половины улавливаемого света может быть утеряно. Трубы световодов проводятся между стропилами подкрышного пространства и легко

устанавливаются без изменения конструкции здания. На уровне потолка диффузор-рассеиватель, напоминающий светильник, утопленный в потолке, равномерно распространяет свет по помещению.

Устройства являются энергосберегающими, их работа основана на самых современных технологиях передачи максимального количества солнечного света, попадающего на крышу дома, во внутренние помещения, с целью увеличения яркости естественного освещения от восхода до заката.

Обычные устройства верхнего света не имеют никаких оптических усилительных устройств для увеличения своей производительности. Без таких устройств светоотдача обыкновенного устройства верхнего света значительно снижается, если оно размещено с северной стороны скатной крыши.

Особенностью системы солнечного освещения (трубчатого световода) Solatube® Daylighting System является, в частности, наличие нескольких запатентованных усилительных устройств, работающих во взаимодействии с целью улавливания большего количества солнечного света со всех ракурсов и отражения его вниз по световоду для увеличения светоотдачи во время раннего утра, в конце светового дня и в зимние месяцы, когда солнце не поднимается высоко над горизонтом (рис. 9.1).



**Рис. 9.1.** Принцип работы солнечного освещения

Система Solatube® с минимальными потерями передает максимальное количество окружающего солнечного света во внутреннее помещение и отлично работает даже в облачные или дождливые дни, в рассветные или предзакатные часы. На самом деле она настолько хорошо улавливает солнечный свет, что даже ночью в полнолуние можно увидеть приятное свечение. Кроме того, трубчатый световод лучше рассеивает солнечный свет. Такое устройство использует оптическую

систему для распространения света и освещает полностью все помещение, а не только пространство, находящееся непосредственно под светильником.

Для жилых помещений используются следующие модели солнцеводов:

- Brighten Up® 160 DS (250 мм) и 290 DS (350 мм);
- SolaMaster® 21-С и 21-О (530 мм);
- мансардный вентилятор Solar Star.

К серии Brighten Up® относятся устройства Solatube® 160 DS (250 мм) и 290 DS (350 мм). Оба этих устройства могут быть быстро и легко установлены между стандартными стропилами и балками без изменений конструкции. Эта же серия включает дополнительные диффузоры-рассеиватели и флэшинги, а также электрическое освещение (дополнительный световой набор), регулятор дневного света Daylight Dimmer™ и вспомогательные аксессуары вентиляционной системы.

Трубчатые устройства верхнего света, подобные устройству Solatube, могут быть многофункциональными. Они оборудуются такими опциями, как интегрированное электрическое освещение (для ночного времени суток), регулятор дневного света Daylight Dimmer — для выключения как дневного света, так и вентилятора, что превращает один потолочный светильник в устройство два- или три-в-одном. Обычные устройства верхнего света не могут предложить такие возможности.

Трубчатые световоды могут быть установлены в таких местах, для которых обычные устройства верхнего света не являются приемлемым вариантом (например, в комнатах, не имеющих непосредственного доступа к крыше, либо в помещениях с небольшой площадью, таких как ванные комнаты, кладовки и прихожие). Компактная конструкция устройств (до 250 мм в диаметре) и регулируемая система труб с поворотными соединительными деталями позволяют обходить препятствия во время установки устройств в чердачном помещении.

Установка не занимает много времени и не представляет особой сложности: у профессионального монтажника на ее осуществление уходит около двух часов. Следовательно, нет необходимости оплачивать дорогостоящие переделку, окрашивание и установку коробки, что сокращает стоимость трубчатого световода в несколько раз по сравнению со стоимостью коробчатого фонаря верхнего света. Кроме того, благодаря компактной конструкции трубчатого световода в потолке нет зияющего отверстия. Обычно в зависимости от изготовителя трубчатые световоды имеют диаметр от 250 до 500 мм.

Компания Solatube предлагает, например, дополнительный осветительный комплект, позволяющий отдельному устройству обеспечивать освещение днем и в ночное время суток, а также вентиляционный комплект, предлагающий систему освещения три-в-одном с одним небольшим отверстием в потолке.

Перечислим преимущества использования системы солнечного освещения:

- улучшает настроение и борется с депрессией;
- повышает активность и увеличивает производительность труда персонала;
- визуально увеличивает внутреннее пространство помещений;
- правильно передает цвета;

- уменьшает зрительное напряжение;
- сохраняет электроэнергию;
- вносит внешний мир внутрь помещения.

## Энергоэффективный дом Natural Balance

Разработка безопасных и долговечных зданий с низким энергопотреблением является приоритетным направлением в деятельности компании ROCKWOOL. Здания будущего и настоящего должны демонстрировать рациональный подход к использованию энергетических ресурсов и бережное отношение к окружающей среде, сохраняя комфорт пребывания человека в нем. Решения ROCKWOOL подтверждают возможность строительства подобных зданий при незначительном увеличении стоимости их возведения. Одним из первых проектов компании ROCKWOOL в этой сфере было строительство собственного офисного здания — Исследовательского центра в Дании, который соответствует принципам энергетической эффективности и устойчивого развития. С тех пор компания ROCKWOOL приобрела огромный опыт как в строительстве, так и в реконструкции зданий различного назначения с низким энергопотреблением и комфортным микроклиматом.

Два ярких проекта компании ROCKWOOL реализованы в России. Это частные дома Green Balance (Московская область) и Natural Balance (Республика Татарстан). Они демонстрируют, что энергоэффективное строительство экономически выгодно, доступно и одинаково применимо в зданиях с различным дизайном: оригинальным и традиционным.

Дом Natural Balance продолжает серию проектов компании ROCKWOOL в России по строительству доступных энергоэффективных частных зданий. Он демонстрирует эффективность энергосберегающих технологий в обычных зданиях при экономически целесообразном увеличении стоимости возведения здания.

При реализации проекта компания ROCKWOOL выступила консультантом в области энергоэффективных технологий и поставщиком решений на основе каменной ваты для создания здания традиционного дизайна с низким энергопотреблением и комфортным микроклиматом.

Теплоизоляция ROCKWOOL толщиной от 150 до 250 мм для стен, пола и крыши стала ключевым элементом для достижения низкого энергопотребления. Благодаря этому в доме отсутствует необходимость в традиционной системе отопления. Обогрев и горячее водоснабжение здания обеспечиваются геотермальным насосом. В доме нет радиаторов, отопление происходит за счет водяного теплого пола (низкотемпературная система отопления).

Дом Natural Balance приобрела семья, которая решила сменить свой обычный коттедж на «зеленое» здание, позволяющее экономить. Идея жить в доме, дружелюбном к окружающей среде, при этом сберегая деньги на его эксплуатацию, оказалась заманчивой и в то же время реальной.

Этот загородный коттедж на одну семью представляет собой одноэтажное здание с жилой мансардой. Построен он в городе Набережные Челны (Республика Татарстан). Общая площадь дома — 186 м<sup>2</sup>. Жилая его площадь — 100 м<sup>2</sup>.

Норма потребления энергии на отопление такого дома составляет 175 кВт·ч на 1 м<sup>2</sup> в год (в соответствии с действующими строительными нормами). Энергопотребление же дома Natural Balance: 37,3 кВт·ч на 1 м<sup>2</sup> в год, что на 78,5 % ниже нормативного.

## Пять самых важных нововведений в строительстве современных домов

- *Применение новых строительных материалов.* В соответствии с требованиями сегодняшнего дня, они должны быть прочными (но легкими), энергоэффективными, экологичными, экономичными при производстве, иметь хорошую звукоизоляцию и удобный способ монтажа. К таким материалам относятся пеноблоки, пено- и газобетон. Их применение при строительстве домов позволяет существенно сократить затраты на обогрев помещения.
- *Улучшение качеств природных материалов.* К примеру, дерево всегда ценилось в строительстве. Но его способность легко подвергаться возгоранию привела к тому, что, возводя жилье, люди опасались использовать этот материал в качестве основного. Дома из бруса сегодня обрели свою прежнюю популярность благодаря новым технологиям пожарной безопасности. При их возведении дерево подвергается обработке специальными средствами с негорючим составом, снижающим риск воспламенения.
- *Использование технологии каркасного строительства.* Этот принцип возведения домов применяется во многих странах уже длительное время, но у нас его оценили совсем недавно. Существует несколько способов такого строительства, но все они значительно превосходят традиционные. В качестве материала, который крепится к деревянному или металлическому каркасу, наиболее часто используют SIP-панели.
- *Применение гидроизоляционной обработки.* Без нее невозможны строительство и эксплуатация домов там, где выпадает большое количество осадков. Проникающая гидроизоляция позволит увеличить срок службы фундамента, несущих конструкций, покрытий стен. Принцип действия такого нововведения основан на обработке определенных участков здания специальной порошкообразной смесью, которая кристаллизуется и проникает в микропоры, исключая попадание туда влаги, но при этом не мешая строительному материалу «дышать».
- *Применение несъемных опалубок.* После затвердевания железобетона они не демонтируются, а остаются частью конструкции, являясь изоляционным материалом.

Инновации в строительстве позволяют значительно улучшить качество возводимых объектов, сократив сроки сдачи их в эксплуатацию.

## **Новый тип стеновой панели на основе нанотехнологий**

Когда приходит зима и температура за окном стремительно падает, на ум приходит известное выражение: «зимой солнце светит, но не греет». Но почему бы не использовать яркие зимние солнечные лучи в своих интересах? Именно для устранения этой несправедливости природы компания RavenBrick разработала и недавно продемонстрировала новый тип стеновой панели на основе нанотехнологий, которая поглощает солнечный свет в течение дня и медленно отдает тепло внутрь дома в ночное время, что позволяет эффективно регулировать температуру в помещении круглые сутки.

Как говорят разработчики, такая система может оказаться очень полезной при разработке ультраэффективных домов, которые не будут нуждаться в подключении к сетям центрального отопления, тем самым способствуя значительному сокращению выбросов углекислого газа.

В инновационной технологии изготовления стеновой панели от RavenBrick использованы материалы фазового перехода, которые, действуя на молекулярном уровне, медленно передают тепло от наружной стены здания к внутренней стене. Эта характеристика материалов обусловлена их способностью поглощать солнечные лучи и излучать энергию в инфракрасном диапазоне солнечного спектра.

Однако это вовсе не значит, что в летние месяцы находящимся в помещении людям придется изнывать от жары и духоты. Смарт-стену от RavenBrick можно настроить так, чтобы она отдавала тепло внутрь помещений при определенной температуре наружного воздуха. Стеновую панель можно отрегулировать и в зависимости от степени изоляции здания: ведь чем лучше изоляция, тем меньше требуется тепла для обогрева помещений. К тому же смарт-стена имеет собственный коэффициент изоляции  $R = 11$  (неплохо для начала).

Как считают разработчики, эта «умная» панель сможет коренным образом изменить наше представление об отоплении домов, сокращая наши счета за обогрев помещений практически до нуля. В настоящее время заявка Ravenbrick на патент на изобретение нового строительного материала находится на рассмотрении.

Стоит отметить, что смарт-стена — отнюдь не первый инновационный продукт компании, способствующий энергосбережению: в недавнем прошлом RavenBrick разработала окна, которые изменяют оттенок при изменении интенсивности солнечных лучей.



## Новая система естественной вентиляции крыши

Исследователи из университета Жауме в Кастельоне (UJI), Испания, разработали и запатентовали новую модульную систему естественной вентиляции для скатных крыш, которая позволит достаточно просто решить проблему накопления тепла от солнечного излучения под крышами без необходимости охлаждения. Запатентованная UJI система является пассивным и энергоэффективным решением для поддержания необходимых температурных условий в чердачных помещениях зданий.

Сегодня чердаки и в частных, и в многоквартирных домах становятся все более привлекательными для использования в качестве дополнительных жилых помещений. Однако под крышами, как правило, аккумулируется значительная часть солнечного теплового излучения, что делает чердачные помещения почти непригодными для жилья или создания оранжереи. Решение, разработанное группой ученых по изучению технологий, качества и устойчивости строительства в университете Жауме, позволяет эффективно рассеивать тепло через внешние, легко устанавливаемые модули естественной вентиляции.

Запатентованный модуль включает раму плоской, удлинённой конфигурации с сечением в форме перевернутой буквы «U». Эта рама соединена со структурными элементами покрытия так, чтобы между ними образовалось пространство для свободного прохождения воздушных потоков, способствуя охлаждению внутреннего пространства чердаков и созданию из них помещений с приемлемым уровнем комфорта и микроклиматом. Соединенные между собой рамы используются для обшивки всего покрытия крыши. Кроме того, в модуль включены специальные карнизы с несколькими отверстиями, также предназначенными для подачи воздушных потоков. Эти карнизы размещаются вокруг конька крыши.

По словам разработчиков, новая недорогая система естественной вентиляции крыши здания не только способствует улучшению энергоэффективности, но и не оказывает совершенно никакого воздействия на существующую структуру здания. Для установки системы не требуется изменений ни в конструкции, ни во внешнем виде дома, что могло бы привести к необратимым повреждениям поддерживающих строительных элементов.

Как считают разработчики, такая система естественной вентиляции крыши может применяться не только в частных домах, но и, к примеру, в зданиях, представляющих собой историческую ценность (выставочных галереях, музеях, старинных особняках), где недопустимы какие-либо изменения в каркасе здания. Установка системы не требует ни конструктивных изменений, ни манипуляций с внешним видом дома.

В настоящее время группа исследователей из UJI начала поиск промышленных партнеров для коммерциализации разработанной системы вентиляции крыши и вывода ее на строительный рынок.

## Новые прозрачные окна, генерирующие электричество от энергии солнца

Сегодня «умными» окнами, которые способны при необходимости блокировать солнечный свет и тепло, уже никого не удивишь. Ну а как насчет генерации электричества под действием солнечного света? Ведь, как правило, фотоэлектрические панели имеют темный, почти черный цвет, что способствует максимально возможному поглощению солнечных лучей. Впрочем, недавно исследователи факультета материаловедения Миланского университета им. Биккока (Италия) совместно со своими коллегами из Центра передовой солнечной фотофизики в Лос-Аламосе (США) разработали новое нетоксичное покрытие из квантовых точек, превращающее любое стекло в прозрачный электрический генератор.

Покрытие из квантовых точек образует люминесцентный (самосветящийся) солнечный концентратор, который в дневное время способен поглощать солнечные лучи, проходящие сквозь прозрачное стекло.

Как объясняют ученые, фракция света, прошедшего через окно, поглощается наноразмерными частицами, диспергированными на оконное стекло, которые эмитируют фотоны в инфракрасном диапазоне, невидимом для человеческого глаза. Эти фотоны направляются на солнечные элементы, расположенные по краям окна, которые и генерируют электрический ток. По мнению исследователей, прозрачное окно-генератор способно вырабатывать электричество, достаточное для питания домашнего кондиционера или обогревателя.

Новое покрытие из квантовых точек практически готово для коммерциализации и внедрения в массовое производство в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Это означает, что в скором времени мы сможем превращать не только крыши, но и все поверхности здания, включая окна, в генераторы солнечной энергии.

До настоящего времени было представлено несколько концепций прозрачных солнечных батарей, которые не отличались большой эффективностью. Но недавно стартаповская компания SolarWindow из Мериленда, США, представила новую амбициозную солнечную технологию, которая может генерировать в 50 раз больше электричества, чем традиционные солнечные фотоэлектрические панели.

Более того: по мнению компании, технология готова в коммерциализации и в скором времени, в течение 28 месяцев, новые прозрачные панели, эффективно вырабатывающие солнечную энергию, появятся на рынке. В отличие от обычных непрозрачных фотоэлементов, панели SolarWindow могут быть легко интегрированы в качестве покрытия на любое окно или пластиковую поверхность. Они могут практически сразу же начать вырабатывать электричество — даже при искусственном освещении или в тени.

Стоит отметить, что предыдущие концепции прозрачных солнечных элементов имели эффективность не более 1 %, тогда как традиционные солнечные



батареи могут преобразовывать солнечный свет в электричество с эффективностью в 20–25 %.

Согласно расчетам компании, новые прозрачные панели SolarWindow будут иметь эффективность 30–37 %. Хотя разработчики пока не раскрывают секретов технологии, они упомянули, что покрытие состоит из нескольких слоев кислорода, углерода, водорода и азота, а также имеет некие «активные слои», где поглощается солнечный свет. Эти прозрачные «невидимые провода» преобразуют свет в электричество и одновременно «визуализируют» покрытие для предотвращения столкновений птиц со стеклом.

Срок службы таких прозрачных солнечных панелей составляет не менее 25 лет. Что до рентабельности и экологичности, разработчики уверены, что одна установка SolarWindow позволит сократить выбросы углекислого газа в 12 раз больше, чем обычные фотоэлектрические элементы.

## **Гранд Канкун: первый проект морского эко-острова, который очищает океан и генерирует энергию**

В честь 50-летия открытия Канкуна, известного мексиканского города-курорта, который будет праздновать это событие в 2020 году, нью-йоркский архитектор Ричард Морита Кастильо представил грандиозный проект по строительству морской платформы на сваях. Этот эко-мегакомплекс под названием Grand Cancun (Гранд Канкун) будет объединять в себе исключительную роскошь, свойственную проектам такого масштаба и класса, в том числе подводные и надводные рестораны, магазины и другие культурно-бытовые объекты, с последними технологиями устойчивого строительства.

Согласно представленному проекту, вся поверхность морской платформы будет покрыта массивами солнечных фотоэлектрических панелей, которые не только будут обеспечивать электроэнергией сам объект, но и поставлять излишки в местную электросеть города. Вертикальные ветряные турбины и подводные коллекторы энергии приливов также будут производить экологически чистую электроэнергию. Система сбора дождевой воды, за счет переработки и повторного ее использования, будет способствовать экономии водных ресурсов. Эта система (в сочетании с мини-заводом по опреснению воды) сделает комплекс полностью самодостаточным.

Новый мегапроект Гранд Канкун представляет собой первую морскую платформу с нулевыми выбросами. Другими словами, этот эко-остров не эксплуатирует природные ресурсы и даже восстанавливает окружающую экосистему. В частности, платформа будет отфильтровывать углеводороды и загрязняющие вещества из воды, обеспечивая морским существам более благоприятную среду для проживания и восстанавливая естественные красоты побережья Карибского моря.

## Австралийский «активный» дом

Австралийская архитектурная компания ArchiBlox недавно представила первый в Австралии сборный дом под названием Carbon Positive House, который не только великолепно выглядит, но и может похвастаться множеством экологически чистых технологий. Современный и уютный, этот светлый дом на колесах площадью 74,3 квадратных метра имеет корпус с герметичной воздухо непроницаемой оболочкой, которая обеспечивает благоприятный микроклимат в помещениях в любую погоду. Солнечная панель, установленная на крыше, способна производить больше электроэнергии, чем необходимо для собственных нужд дома. В настоящее время дом выставлен на городской площади Мельбурна.

Передний фасад дома покрыт стеклопакетами от пола до потолка. Это, по замыслу разработчиков, позволит максимизировать поступление солнечного тепла и света в холодную погоду, а также обеспечит возможность использования технологий «пассивного» дома. Другими словами, вместо механических систем отопления и охлаждения в доме установлена система естественной вентиляции, со встроенными в конструкцию дома трубами — вентиляционными каналами, по которым вытягивается прохладный воздух с южной стороны здания. Зеленая крыша обеспечивает дополнительную изоляцию, а ряды установленных на стене горшков с зеленой растительностью (а-ля вертикальные сады) предназначены для создания тени и дополнительного охлаждения здания в летнее время.

Весь дом поделен на две основные зоны: на северной стороне расположена застекленная двойными стеклопакетами терраса, которая служит в качестве буферной зоны, а на южной стороне располагаются жилые помещения. Компактная жилая площадь включает в себя столовую открытой планировки и кухню на одном конце и ванную комнату и спальню — на другом. Приватная зона отделена от помещений общего назначения модульной перегородкой из натуральной древесины. Интерьер помещений щедро украшен светлыми панелями из натуральной сертифицированной древесины и другими предметами, изготовленными из нетоксичных, безопасных материалов. Энергосберегающее сантехническое оборудование в доме работает на переработанной дождевой воде.

## Дом, устойчивый к ураганам и наводнениям

Недавно были названы абсолютные победители американского национального архитектурно-дизайнерского конкурса Solar Decathlon 2015. Первое место заняла команда студентов из технологического института Стивенса, которая разработала и построила дом на солнечной энергии, обладающий не только высокой энергоэффективностью, но и способный выдерживать ветры ураганной силы. Этот дом, получивший название SURE HOUSE, может похвастаться открытой планировкой пространства, обеспечивающей максимальный доступ солнечного света

и воздуха. Но при этом он имеет жесткую конструкцию, невероятно устойчивую к экстремальным погодным условиям, в том числе к ураганам, благодаря которой он может быть использован в качестве спасательного опорного пункта для жителей целого поселка в случае стихийного бедствия.

На проектирование своего «солнечного» дома будущего студенты потратили почти год. И не случайно они стали победителями конкурса Solar Decathlon, ведь их дом был признан лучшим во всех десяти основных номинациях, включая «Привлекательность для рынка» и «Доступность, архитектура и энергоэффективность». Второе место на Solar Decathlon 2015 поделили команды из университета Баффало и университета штата Нью-Йорк; третье место получила команда из Калифорнийского политехнического университета в Сан-Луис-Обиспо.

Главная отличительная особенность SURE HOUSE — его ультраэффективный дизайн в сочетании с высокой рентабельностью. Дом превышает стандарты «пассивного» дома, поскольку потребляет на 90 % меньше энергии, чем обычный дом. В нем установлены зональный тепловой насос от компании Daikin Skyair, используемый для обогрева и кондиционирования помещений, а также солнечная система рекуперации тепла от компании Zehnder Novus.

По всему периметру дома расположены очень прочные волоконно-композитные жалюзи, которые в закрытом состоянии обеспечивают водонепроницаемость и высокую герметичность, что особенно важно в чрезвычайной ситуации. Как утверждают студенты, дом может выдержать даже определенный уровень наводнения.

Как и полагается, все потребляемое электричество вырабатывается солнечными панелями, установленными на крыше. В обычном режиме панели вырабатывают 1000 Вт энергии, а в аварийном режиме трансформатор переключается на производство 3000 Ватт энергии в час, обеспечивая полную автономность дома.

## Солнечная черепица

Новые технологии производства современных строительных материалов позволили удачно объединить в солнечной черепице, с одной стороны, возможность собственного производства энергии солнечными батареями, а с другой — надежность и долговечность традиционного кровельного материала. Солнечная черепица — прочный кровельный материал, который обеспечивает надежную защиту конструкции, не хуже обычной.

Солнечная черепица вырабатывает электричество, которое может быть использовано либо в общей электросети, либо в автономной независимой системе. В общие электросети энергия подается для обеспечения домов и зданий, а также для продажи избыточных мощностей. Автономные системы обычно служат в качестве резервных в случае отключения электроэнергии, а также для хранения электричества в аккумуляторах в целях дальнейшего использования. Такие системы резервного оборудования обходятся дороже, чем общие электросети.

Постоянный электрический ток, вырабатываемый фотоэлектрическими элементами, передается системой в конвертер, где преобразуется в переменный для домашнего использования. Стоимость такой черепицы достаточно высока, однако ниже традиционных солнечных батарей. Финансовые затраты на инновации, как правило, окупаются в течение первых нескольких лет. Для того чтобы сделать продукт более доступным, производители новинки предоставляют возможность оплачивать его в рассрочку ежемесячно или ежегодными платежами. Рассмотрим преимущества и недостатки нового материала для кровли.

Преимущества:

- срок эксплуатации — свыше 20 лет;
- полностью сочетается с внешним дизайном дома;
- внешний вид такой же, что у обычной кровельной;
- нет необходимости иметь большие площади (по сравнению с установкой традиционных солнечных панелей);
- есть сразу несколько видов на выбор — по размеру, форме панелей, а также системы с тонкопленочным покрытием;
- простой монтаж, установка, подключение;
- большие налоговые льготы при установке фотоэлектрической черепицы (для зарубежных пользователей);
- стандартные узлы примыкания к обычной электросети;
- способность выдерживать сильную ветровую нагрузку;
- высокая энергоэффективность по сравнению с обычными панелями (некоторые солнечные черепицы могут производить около 13–17 ватт каждая).

Недостатки:

- необходимость выбора типа системы;
- требование наличия хорошей солнечной освещенности кровли и достаточной площади для выработки электроэнергии;
- монтаж возможен только при новом строительстве;
- высокие финансовые затраты на установку.

## **Смарт-стекло, собирающее энергию от дождя**

В будущем непогода за окном будет генерировать электричество для домашних электроприборов: об этом говорят исследователи из Технологического института в Джорджии в Атланте, которые разработали смарт-стекло, собирающее энергию от дождя и ветра, на основе технологии трибоэлектрического наногенератора (TENG).

Созданная на основе этой технологии «умная» оконная система с автономным питанием включает в себя интегрированное в стекло электрохромное устройство (ECD) с прозрачными наногенераторами TENG, которые запускаются от воздействия на стекло капель дождя и порывов ветра.

Выработанный наногенераторами электрический ток используется для электрохимических окислительно-восстановительных реакций, в результате которых меняются оптические свойства стекла и в особенности степень его светопрозрачности (от прозрачного до темно-синего цвета). По сути, ученые изобрели новый вид возобновляемого источника энергии и применили его для создания смарт-стекла.

Если смотреть в конструктивном плане, то на поверхности нового стекла наногенераторы расположены в два слоя. Наружный слой наногенераторов собирает статическое электричество от дождя. Эти наногенераторы (в виде наноскопических пирамид, изготовленных из отрицательно заряженного силиконового материала полидиметилсилоксана) производят электрический ток при попадании на стекло капель дождя (которые имеют положительный заряд).

Внутренний слой наногенераторов расположен прямо под наружным слоем и собирает энергию от ветра. Этот слой состоит из двух пластин заряженного прозрачного пластика, разделенных наноскопическими витками пружины. При порывах ветра пружины сжимаются, и при приближении заряженных пластин пластика создается электрический ток.

В экспериментах новое смарт-стекло способно производить до 130 милливатт на квадратный метр, чего достаточно для питания кардиостимулятора или смартфона в спящем режиме. В настоящее время исследователи продолжают работу над повышением энергоэффективности трибоэлектрических наногенераторов. По их словам, эти устройства могут преобразовывать до 60 % механической энергии в электричество. Кроме того, ученые рассматривают возможность сохранения энергии, выработанной смарт-стеклом – к примеру, с помощью включения в стекло прозрачных суперконденсаторов.

## Новые энергогенерирующие окна

Недавно китайские исследователи объявили о разработке «умных» окон, которые могут как генерировать, так и аккумулировать энергию, способствуя в конечном счете защите от перегревания зданий и уменьшению затрат на кондиционирование помещений.

В настоящее время на рынке уже есть «умные» окна, которые могут адаптироваться к погодным условиям вне здания, регулируя падающие на стекла солнечный свет и тепло. Однако, как считает соавтор исследования Янфен Гяо из китайской Академии наук, при этом большое количество энергии просто-напросто теряется. Главная отличительная особенность новых «умных» оконных систем – их конструкция, которая позволяет одновременно и генерировать, и аккумулировать солнечную энергию.

Инженеры долго изучали возможности включения энергогенерирующих солнечных батарей в оконные стекла, не ухудшая их прозрачность. Они обнаружили, что материал оксид ванадия ( $\text{VO}_2$ ) может быть использован в качестве прозрачно-

го покрытия для регулирования инфракрасного излучения Солнца.  $\text{VO}_2$  изменяет свои свойства в зависимости от температуры: ниже определенной температуры материал проявляет изолирующие свойства и пропускает инфракрасный свет, а при высокой температуре он эффективно отражает солнечные лучи.

Окно, в котором использован  $\text{VO}_2$ , способно не только регулировать количество солнечной энергии, поступающей в здание, но и рассеивать свет, который попадает на солнечные фотоэлементы, размещенные учеными вокруг стеклопакета. Фотоэлементы под действием света генерируют электричество, которого достаточно, например, для питания потолочного светильника в помещении.

Как написали авторы исследования в последнем номере онлайн-журнала *Nature Scientific Reports*, эти «умные» окна объединяют в одном устройстве энергосберегающие и генерирующие возможности и позволяют разумно регулировать и использовать солнечную радиацию самым эффективным на данный момент способом.

## Новый накопитель тепла

Тепловое аккумулирование энергии — общая стратегия повышения энергоэффективности на производстве путем сокращения потребления энергии в часы пиковых нагрузок. Но накопители тепловой энергии могут быть полезны и в жилом секторе, где тепло и электроэнергия генерируются одновременно (например, от крышной солнечной установки), но использоваться в разные временные промежутки.

Для хранения тепла традиционно используются резервуары с водой. Водяные системы хранения тепловой энергии достаточно эффективны и недороги. Но для достижения значительной аккумуляции тепла необходимы большие по объему резервуары, что ограничивает интеграцию таких систем в жилые дома, не обладающие дополнительным пространством для их установки. А недавно исследовательская группа ENEDI, образованная университетом UPV/EHU, Испания, разработала прототип накопителя тепловой энергии, который занимает на 50 % меньше места, чем водяная система хранения тепловой энергии. Он имеет призматическую форму и легко интегрируется в здания, предлагая оптимальное использование пространства. Более того, благодаря модульности конструкции дизайн накопителя может быть легко изменен.

Новая система основана на использовании материалов с фазовым переходом, известных как РСМ, которые используют тепло для перехода из одного фазового состояния в другое. При этом они аккумулируют большое количество энергии. Прототип использует коммерческий парафин, который тает в пределах 60 °С. Этот материал очень стабилен и имеет длительный срок службы.

Парафин инкапсулирован в алюминиевые пластины. В накопителе между этими пластинами располагаются узкие каналы, по которым циркулирует жидкость (вода). При прохождении по каналам горячей воды парафин тает, аккумулируя



тепловую энергию. А когда по каналам течет холодная вода, парафин затвердевает, отдавая тепло.

Одним из весомых преимуществ такой системы является ее компактность: накопители настолько тонкие, что их можно установить в любом месте в комнате, даже внутри подвесного потолка.

В настоящее время исследователи строят полномасштабный прототип системы, который будет интегрирован в экспериментальный объект в лаборатории по контролю качества строительства (LCSE) для изучения эффективности устройства в реальных рабочих условиях.

## Электричество из мусора: технология из Дании

Архитектор из Нидерландов Эрик ван Эгераат представил новый уникальный небоскреб в датском Роскилле, который будет использоваться для генерирования электроэнергии из мусора. В то же время только недавно сданная в эксплуатацию и открытая Энергетическая башня (именно такое название получило это удивительное здание) уже может похвастаться целым рядом дополнительных опций. В частности, конструкция башни предусматривает особую встроенную установку, разработанную специально для оперативного сжигания мусора, а также (дополнительно) для выработки электрической энергии и тепла. Тепло, получаемое таким образом, обеспечивает питание внушительной по площади исторической части старого датского города. Выглядит башня очень оригинально и изысканно. В ее конструкции предусмотрен особый перфорированный фасад, который состоит из нескольких слоев. Фасад светится, выступая в качестве мощного маяка, освещающего окрестности на протяжении всей ночи (9.2).



Рис. 9.2. Энергетическая башня, перерабатывающая мусор в энергию

Разработчики уникальной технологии убеждены, что принципиально новая башня-электростанция, возведенная в датском Роскилле, будет эффективной.

Предполагается, что здание станет осуществлять переработку отходов, поступающих из нескольких местных муниципалитетов. Кроме того, на нее будут поставляться отходы с нескольких крупных свалок, расположенных поблизости, в том числе в странах, граничащих с Данией. Эффектный и необычный фасад оригинальной конструкции состоит из двух слоев. Каждый из них выполняет определенную функцию. Так, один слой является своеобразным климатическим барьером, который обеспечивает поддержание чистоты воздуха и окружающей среды. Второй слой – это внешняя оболочка, выполняющая декоративную функцию. Выглядит она очень эстетично, так как выполнена из алюминия, обработанного особым образом, и перфорированного материала.

Эта инновация делает процесс утилизации мусора не просто безотходным, но и полезным. Для постройки подобных сооружений в России и утилизации отходов необходима лицензия на отходы. Уже известно, что технологией, по которой было построено датское здание, заинтересовались специалисты из Европы и даже из США. Возможно, что в скором времени такие здания постепенно начнут появляться и в других городах мира. Это могло бы помочь решить одну из самых актуальных и насущных проблем — эффективной энергетики, вопросов правильной переработки мусора и, наконец, придания европейским городам более современного и оригинального внешнего вида.

## **Новая недорогая «строительная оболочка» охлаждает здание без использования энергии**

Представьте себе здание, которое способно само регулировать температуру внутри помещений без использования электроники. Здание, которое адаптируется под условия внешней среды, впуская наружный воздух внутрь помещений тогда, когда это нужно, тем самым устраняя необходимость в кондиционировании воздуха. Именно эти возможности и обеспечивает новый тип «строительной оболочки», разработанной группой исследователей из университета Беркли в Калифорнии. Более того, ученые предлагают свою разработку в качестве дешевого варианта для обеспечения комфортных условий жизни в домах жителей развивающихся стран.

Оболочка, разработанная в университете, называется SABER. Она представляет собой мембрану, заполненную сетью из крошечных клапанов и линз, которая оборачивается вокруг каркаса здания вместо стен. Чувствительные клапаны и линзы открываются и закрываются, реагируя на свет, тепло и влажность. Для «работы» этой мембраны не нужен источник питания, при этом она удерживает температуру и другие параметры воздуха внутри помещений на комфортном уровне.

По словам разработчиков, эта инновационная «строительная оболочка» имитирует человеческую кожу, которая способна «дышать», открывая и закрывая свои поры, и регулировать влажность и температуру всего тела человека. По сути,

оболочка не охлаждает здание; комфортные условия в помещении создаются за счет увеличения скорости вентиляции воздуха: обдув вызывает эффект прохлады.

Как утверждают исследователи, мембрана SABER является не только энергоэффективной, но и масштабируемой до любого размера. Оболочку можно использовать для покрытия стен как небольшого жилого дома, так и огромного стадиона. В настоящее время команда работает над другими недорогими и энергоэффективными строительными материалами, также предназначенными для развивающихся стран.

## Новый энергогенерирующий материал для фасадов

Группа ученых из Университета немецкого города Касселя занялась разработкой строительного материала на основе бетона, который, по замыслу, должен вырабатывать электричество. Инженеры уже придумали название для своего детища — DysCrete.

Разрабатываемый материал можно назвать «солнечной батареей», так как он сначала собирает энергию солнца, а потом преобразует ее в электрическую энергию. Разработчики предполагают, что DysCrete может быть полезен в деле построения энергогенерирующих фасадов.

Основа DysCrete — это электрографический бетон, который покрывается несколькими слоями диоксида титана, органической жидкости, электролита, графита и бесцветного покрытия. В результате такой комбинации поверхность бетонного блока буквально превращается в солнечную батарею, сенсibilизированную красителем. Иными словами, фоточувствительность материала существенно повышается. К тому же бетон начинает функционировать как электрод. Солнечная энергия преобразуется в электрическую по принципу фотосинтеза.

Разработкой нового материала руководит профессор Хайке Клуссманн. Проект уже получил финансирование на сумму порядка 150 тыс. евро от Федерального министерства, занимающегося вопросами строительства и предоставления жилья.

Стоит отметить, что сама идея энергогенерирующего бетона не нова. Еще в начале девяностых годов прошлого века швейцарский химик Михаэль Гретцель изобрел пигментную солнечную панель, состоящую из тех же диоксида титана, органической жидкости, электролита, графита и прозрачной краски. Новация от немецких изобретателей состоит в том, что они объединили пигментную солнечную панель с бетоном, создав фактически новый стройматериал.

По словам разработчиков, использовать его лучше всего в качестве фасадных элементов, которые обеспечат зданию устойчивое и децентрализованное энергосбережение.

Преимуществом DysCrete являются низкие расходы на его создание. Это значит, что когда продукт поступит в продажу, он будет стоить сравнительно дешево (например, совершенно точно дешевле фотоэлектрических панелей на основе кремния). В отличие от обычных панелей, энергогенерирующий бетон способен производить электроэнергию даже при слабом освещении. К тому же сенсibiliзирующее покрытие, составляющее неотъемлемую часть DysCrete, общедоступно, экологично и поддается переработке. Для рядового гражданина выгода от использования такого бетона очевидна: это сокращение расходов на отопление и освещение жилища.

Прототипы DysCrete уже были представлены командой профессора Клуссманн в январе этого года на Мюнхенской строительной выставке BAU 2015. Теперь разработчики озаботились оптимизацией состава, покрывающего бетон, с целью более экономичного преобразования энергии солнца в электричество. Великолепным результатом они сами называют КПД в 2 %.

## Новая гибридная солнечная система для домов

Вполне логичным бы было думать, что чем больше солнечного света попадает на фотоэлектрическую панель, тем больше вырабатывается электроэнергии. Однако на практике это далеко не так: фотоэлементы под действием солнечного тепла нагреваются и теряют часть своей эффективности. Но ученые из университета Брунеля в Лондоне придумали новое применение солнечному теплу, нагревающему солнечные панели: они создали гибридную систему, которая превращает всю крышу в солнечный генератор.

Запатентованная система сочетает в себе плоские тепловые трубы с фотоэлектрическими элементами, поэтому она не только вырабатывает электроэнергию, но и нагревает воду. Тепловые трубы используются для отвода тепла от поверхностей техники и оборудования, которое должно поддерживаться в охлажденном состоянии (персональные компьютеры, центры обработки данных и т. д.).

В этой системе используются плоские тепловые трубы размерами 4×400 мм, которые оптимизируют сбор солнечного излучения. Отводя тепло от солнечных панелей, тепловые трубы предотвращают перегрев фотоэлементов и тем самым поддерживают их эффективность на должном уровне. В ходе тестирования гибридной системы ученые обнаружили, что тепловые трубы способствовали охлаждению фотоэлементов на 15 % по сравнению со стандартным механизмом охлаждения, используемого сегодня в крышных солнечных установках.

В настоящее время прототип гибридной солнечной системы тестируется учеными на стандартном трехкомнатном жилом доме в НИИ по строительству в Уотфорде, Великобритания. Уже сейчас они отметили некоторые интересные особенности системы. Так, тепловые трубы оказались настолько эффективными, что смогли захватить энергию от утренней росы, испаряющейся с поверхности панелей.

Остается надеяться, что столь энергоэффективная и производительная система в недалеком будущем появится в продаже на потребительском рынке.

## Солнечные воздушные шары

Энтузиасты со всего мира не перестают искать новые источники и способы получения возобновляемой энергии. Так, группа калифорнийских инженеров во главе Робом Ламкином (Rob Lamkin) основала компанию «Cool Earth Solar», которая, помимо производства и установки традиционных солнечных панелей, разрабатывает также технологию, способную перевернуть современные представления о солнечной энергетике.

Инновационная технология CPV предлагает использовать в качестве солнечной батареи воздушные шары из пластиковой пленки с размерами около 3 м в диаметре. Надувные солнечные концентраторы изготавливаются, в отличие от обычных панелей, из недорогих и доступных материалов и позволяют генерировать намного больше энергии.

Передняя поверхность оболочки солнечного шара выполнена из тонкой прозрачной пленки, в то время как задняя стенка делается из той же пленки, но с нанесением на нее алюминиевого слоя толщиной в несколько микрон. Такое решение позволяет создать идеальную отражательную поверхность, а надувная конструкция образует эффективный концентратор, который к тому же является дешевым, легким и быстро устанавливаемым устройством.

Внутри «гелиошара» (стоимость которого, по словам автора, составляет примерно 2 доллара США) лучи света концентрируются на фотоэлектрических элементах, которые преобразуют его в электричество. Для слежения за движением Солнца предусмотрен двухосевой трекер, который позволяет получать максимум энергии в течении всего дня. Концентратор размещается в жесткой стальной раме на высоте нескольких метров над землей.

Со временем инженеры усовершенствовали технологию. Теперь их надувные солнечные системы имеют вид пластиковых трубок с диаметром около 1 м, длиной 7 м и весом менее 3 кг. Однако принцип их работы остался прежним: когда их наполняют воздухом, концентратор приобретает форму, позволяющую фокусировать солнечные лучи в фокальной точке — месте, где расположены фотоэлектрические элементы.

По заявлению производителя, такой дизайн позволяет использовать значительно меньше фотоэлектрических ячеек и других дорогостоящих материалов для производства большего количества электроэнергии. Одна ячейка в таком устройстве может продуцировать в 30 раз больше энергии в сравнении с обычной солнечной панелью без концентратора.

Воздушная камера обладает достаточной прочностью, выдерживая вес взрослого человека, и имеет аэродинамическую форму, способную противостоять силь-

ным ветрам. Кроме того, пластиковая оболочка защищает фотоэлементы от воздействия различных погодных условий, насекомых и накопления грязи.

Каждый надувной концентратор комплектуется, помимо фотоприемника, небольшим воздушным насосом для поддержания постоянного давления в камерах, простым радиатором для предотвращения перегрева его элементов и солнечным трекером. Все это монтируется на недорогой и легкий каркас.

На сайте компании отмечается, что пока их надувная солнечная батарея рассчитана на наземную установку, а после полной сертификации разработанных прототипов будут представлены системы, которые можно устанавливать на крышах частных домов и коммерческих зданий. Стоимость воздушного концентратора не оглашается, однако сообщается, что она будет в разы меньше традиционных солнечных систем.

## **«Деревья», генерирующие энергию из вибраций города**

Новые устройства для преобразования энергии ветра в ближайшее время могут перестать походить на гигантские ветряные мельницы — скорее они будут напоминать миниатюрные деревья без листьев.

Исследователи из Университета штата Огайо (США) проводят тестирование высокотехнологичных искусственных деревьев, которые способны генерировать энергию от жизнедеятельности города. Ожидается, что новая разработка позволит получать чистую энергию в городе не только от энергии ветра, но и различных вибраций: машин, промышленной деятельности или даже сейсмической активности, говорится в официальном интернет-издании университета OSU.edu.

По словам ученых, цель проекта заключается в использовании энергии из вибраций с помощью древовидных структур, изготовленных из электромеханических материалов, которые смогут конвертировать в электроэнергию самые разнообразные силы — например, колебания ветра, вибрации от перемещения транспорта и даже шагов пешехода.

Конечно, для производства большого количества энергии с помощью такой технологии нужно было бы «высадить» целое поле таких деревьев. Однако ученые подчеркивают, что их технология идеально подойдет для использования в густонаселенных районах, в ситуации, когда нет возможности использовать другие возобновляемые источники. Компактные искусственные деревья будут состоять из ствола с несколькими ветвями без листьев.

Ученые также предложили альтернативные варианты использования своей разработки. Так, произведенной искусственными деревьями энергии хватит для круглосуточного мониторинга состояния целостности различных инфраструктурных объектов города, например мостов. «Деревья» могут питать специальные



датчики, которые устанавливаются на пролетах мостов или внутри высотных зданий и отслеживают их колебательные движения. И это при том, что «деревья» могут в свою очередь получать энергию из колебания самих объектов.

«Высотные здания немного раскачиваются на ветру, мосты колеблются от движения автомобилей. На самом деле в городе есть немало источников кинетической энергии, которая обычно просто теряется. Мы хотим создать устройство, которое смогло бы повторно использовать такую энергию», — говорят исследователи.

Во время первых тестов инженеры создали «дерево» из стальных секций, соединенных электромеханическим материалом — поливинилиденфторидом (ПВДФ), которые превращает структурные колебания в электрическую энергию. Во время первого же незначительного колебания «дерева» из ПВДФ удалось получить небольшое напряжение — около 0,8 вольта.

Сейчас исследователи продолжают работу по улучшению своей разработки. Исследовательский проект проводился при поддержке специалистов Мичиганского университета.