

И.А.ПОЛЯКОВ, аспирант Архитектурного факультета (ГУЗ, Москва)

## Интеграция средств альтернативной энергетики в структуру зданий

Использование альтернативных источников энергии приобретает все большее значение при существующем характере потребления энергии, который привел нас к проблемам экологии и энергетического кризиса.

Потребность получать энергию из возобновляемых или природных ресурсов и явлений стала причиной поиска альтернативных источников энергии.

Преимущества использования солнечной энергии очевидны. Ветровая энергия также не загрязняет окружающую среду. Количество солнечной и ветровой энергии не ограничено во времени.

При анаэробном разложении органических веществ выделяется метан, использование которого связано с выделением загрязнений, однако их количество невелико.

Рассматривается возможность использования внутреннего тепла Земли при помощи тепловых насосов, геотермальных станций на месторождениях сухого пара, на горячих источниках и нагретых сухих породах. В мире уже существует несколько электростанций, использующих энергию океана — энергию приливных и поверхностных волн, океанских течений, разностей температур и солености вод.

Актуальность применения альтернативной энергетики

растет с каждым годом. Так, согласно годовому отчету об общем состоянии и использовании возобновляемых источников энергии за 2012 г., объем энергопроизводства составил 412 тыс. МВт (в 2011 г. 365 тыс. МВт). Характерно, что стабильный рост наблюдается практически во всех отраслях альтернативной энергетики (рис. 1-3) [1].

Альтернативная энергетика, используя местные энергетические ресурсы, позволяет строить здания, полностью автономные от существующих объектов инженерной энергетической инфраструктуры. Это особенно актуально для небольших населенных пунктов, относительно удаленных от крупных объектов энергоснабжения (ТЭЦ, ГЭС и др.), так как не требуется прокладка длинных линий инженерных сетей до района строительства и их содержания. Кроме того, это может сократить потери при транспортировке энергии и уменьшит риск возникновения аварий.

Особенно эффективно использование средств альтернативной энергетики в районах с низкой плотностью застройки территории, где при относительно

небольшой потребности в энергии отдельных зданий и сооружений довольно высокая протяженность сетей внутри района застройки. Это увеличивает стоимость строительства и эксплуатации инженерных сетей.

Многие объекты альтернативной энергетики используют рассеянную природную энергию с плотностью 300 Вт/м<sup>2</sup> и ниже, что снижает их мощность и вызывает потребность в большой площади для их размещения. Вместе с тем они могут включаться в структуру здания-потребителя, что позволяет практически отказаться от сетей внутри района застройки и снабдить каждый объект (группу объектов) своим источником энергии.

Большинство альтернативных энергоустановок проектируется с учетом минимизации вредного воздействия на окружающую среду. Это позволяет создавать более комфортную среду обитания человека и размещать их в районах с особым экологическим режимом.

Размещение установок в структуре или вблизи здания позволяет хозяевам самостоятельно проводить их обслуживание, контроль и модернизацию, подбирать оптимальные параметры устройств в каждом конкретном случае, что значительно снижает зависимость от внешних служб. И, что немаловажно, хозяева начинают более бережно относиться к энергозатратам, а это один из основополагающих факторов энергосбережения [2].

Эффективное использование энергетических установок может привести к избытку производимой энергии, которую затем можно

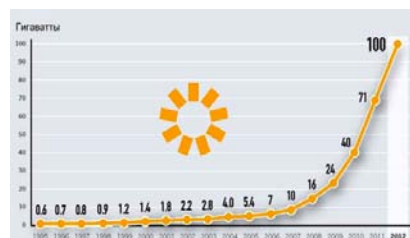


Рис. 1. Суммарная мощность фотоэлектрических установок (1995–2012 гг.)



Рис. 2. Суммарная мощность ветряных установок (1995–2012 гг.)

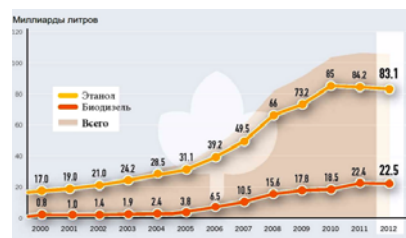


Рис. 3. Объем производства этанола и биодизельного топлива (2000–2012 гг.)



Рис. 4. Нории на реке Оронт. Хама (Сирия)



Рис. 5. Проект здания с биоэнергетической установкой «Harvest green project» в Ванкувере (Канада)

продавать нуждающимся в ней объектам.

Уникальная возможность использования альтернативной энергетики в структуре здания делает эту отрасль не только перспективным направлением в энергоснабжении, но и важным элементом архитектурного проектирования. Однако пока еще не все направления альтернативной энергетики нашли практическое применение в архитектуре, что связано с рядом сложностей и специфических проблем, возникающих при этом.

Здесь относятся малая гидроэнергетика и океанская энергетика.

Размещение малых речных гидроэлектростанций возможно только в русле рек или в непосредственной близости от них. Это снижает возможность широкого использования подобных установок в структуре зданий. Кроме того, малые гидроэлектростанции могут использовать большой напор воды, который в случае аварии может привести к тяжелым последствиям. Основным отрицательным фактором использования малых речных гидроэлектростанций в структуре здания — это повышенный уровень шума, несовместимый с постоянным пребыванием человека.

Подобные проблемы возникают и при строительстве энергогенерирующих установок с использованием энергии океана. Приливная электростанция может быть построена только на побережье с подходящей для

создания природного бассейна береговой линией и определенной высотой приливной волны [3]. Установки с использованием морских волн могут располагаться только на обширных водных пространствах, желательно ближе к берегу, с определенными ветровыми потоками. В производственном процессе приливных электростанций используются огромные объемы воды, что может привести к авариям. Помимо этого океан и средства энергетики, использующие его ресурсы, могут способствовать высокому уровню шума и вибраций. Примеры использования установок этих направлений ограничиваются техническими приспособлениями (например, волновые конвертеры), либо инженерными сооружениями (здания ПЭС или малых гидроэлектростанций).

Однако существуют примеры использования гидроэнергетических установок и в структуре архитектурного сооружения. Главным образом это относится к водяным мельницам и нориям, которые человечество использует с древнейших времен. С помощью норий вода подавалась вверх и по акведукам самотеком доставлялась до потребителей (рис. 4). Подобные установки могут быть актуальны и в наши дни.

Биотопливные установки практически не используются в структуре зданий, что связано со сложностью производственного цикла, большим количестве вспомогательных инженерных средств и слишком большими

размерами их отдельных элементов. Из-за использования горючих веществ и необходимости создания в энергоустановках высоких температур и повышенного давления процесс получения из биомассы пожаро- и взрывоопасен. Кроме того, он может сопровождаться неблагоприятными выбросами. Существует проблема транспортировки и хранения сырья и отходов.

Чаще всего эти установки представляют собой большой комплекс инженерных сооружений. Однако существует ряд проектов, архитектурные решения которых приближаются к решению этой проблемы. Концептуальное строение «Harvest green project» — проект канадских архитекторов из компании Romses architects (рис. 5). В основу архитектурно-художественного образа здания положен процесс получения, переработки и использования биотоплива из разводимых на нем растениях. Плавающий остров «Lilypad» и небоскреб-ферма «Dragonfly», по мысли авторов, должны обеспечивать себя энергией, производимой ими из биотоплива [4].

В наши дни широкое применение нашли мероприятия по использованию тепла земли. Это различного рода тепловые насосы и теплообменники, выполненные в виде системы труб и каналов с жидким или газообразным теплоносителем. Такое оборудование располагается под землей и практически



Рис. 6. Центр для экологических мероприятий в национальном заповеднике Литовельская Поморавия (Чехия)



Рис. 7. Общественный центр «Перлан» в Рейкьявике (Исландия)

не влияет на внешний облик здания.

Однако использование в качестве геотермального коллектора массива грунта может серьезно повлиять на архитектурно-планировочные решения. Искусственная насыпь или природный массив можно воспринимать как формообразующий фактор в архитектуре. Сейчас существует множество примеров такого использования тепла земли. «Центр для экологических мероприятий» в национальном заповеднике Литовельская Поморавия (рис. 6), спроектированный чешским архитектурным бюро, — один из них. Здание полностью обеспечивает себя энергией, используя только возобновляемые ресурсы. Здесь есть солнечные панели, геотермальная батарея — она спрятана в холме, в который встроено здание. Есть вентиляция с теплообменом — теплый воздух, удаляемый из помещений, по дороге подогревает холодный, который в помещения затягивается. Есть печь, работающая на биотопливе. Здание развернуто остекленной стороной на юг, а с северной «укутано» в холм [5].

Общественный центр «Перлан» (рис. 7) расположен на самом крупном холме Рейкьявика (Исландия) и виден практически со всех концов города. Перлан — это городская котельная. Шесть цистерн образуют в плане нечто вроде цветка. Каждый лепесток — это резервуар с горячей водой, который подогревается тер-

мальными водами. В центральной части здания на первом этаже расположен зимний сад — выставочное пространство площадью около 10000 м<sup>3</sup>. Здесь проходят концерты, выставки и ярмарки. На четвертом этаже расположена смотровая башня, на которой в каждом из шести углов установлены панорамные телескопы. Над смотровой башней возвышается купол, внутри которого находится ресторан с вращающимся полом. Здание является прекрасным образцом архитектуры и геотермальной энергетики, в котором резервуары для хранения воды послужили формообразующим фактором для его внешнего и внутреннего пространств.

Наиболее применимы для использования в структуре здания средства солнечной и ветровой энергетики. Они практически не оказывают вредного воздействия на окружающую среду, просты в использовании и поэтому получили большое развитие и распространение в народном хозяйстве.

Средства солнечной энергетики практически не оказывают неблагоприятных воздействий на человека. Они бесшумны, не токсичны, не нуждаются в транспортировке сырья и отходов. Единственная опасность для человека — высокие пожароопасные температуры, характерные для эксплуатации устройств с использованием концентрированной солнечной энергии. Помимо этого средства солнечной энергетики подвержены опасности возгорания из-за неисправности электрооборудования и ударов молнии.

Однако эти проблемы решаемы при организации соответствующих мероприятий. Такое положение дел позволило устанавливать гелиооборудование в непосредственной близости от человека; оно стало важным составляющим элементом многих современных зданий.

Средства солнечной энергетики можно разделить по принципу действия и производимой ими энергии.

В одном случае перерабатывают тепловую энергию солнечного излучения в тепловую и электрическую. В этом случае используются плоские коллекторы, вакуумные коллекторы и коллекторы-концентраторы. Полученное тепло может передаваться на элементы теплового двигателя, установку по производству водорода или просто теплоноситель.

В другом случае средства солнечной энергетики берут от солнечного излучения фотоны и преобразовывают их в электроэнергию, которая в дальнейшем может быть преобразована в тепловую или электромеханическую. В этом случае используются солнечные батареи или отдельные фотоэлектрические элементы.

Основным приемом архитектурного формообразования в зданиях со средствами солнечной энергетики является объединение ограждающих конструкций и солнечных энергоустановок. Таким примером может служить эко-дом Endesa Pavilion в Каталонии (Испания, рис. 8). Строение



Рис. 8. Эко-дом Endesa Pavilion в Каталонии (Испания)



Рис. 9. Всемирный торговый центр в г.Манама (Бахрейн)

приобрело свой оригинальный вид благодаря использованию серии модулей на фасаде. Каждый отдельный модуль павильона отвечает уникальным структурным, энергетическим и природным потребностям. Модули, напоминающие треугольные секции, дают возможность всему строению оптимизировать энергию и пространственное мышление. Размеры и компоненты, использованные при строительстве, варьируются в зависимости от ориентации и угла лучей солнца, отношения к окружающей среде и прочих технических требований. Модули оснащены фотоэлектрическими панелями для накопления солнечной энергии и оснащены боковыми панелями для обеспечения пассивной защиты от солнечной радиации в течение наиболее знойных месяцев, или открытия доступа солнцу во время холодных дней.

Ветровая энергетика — экологически чистый, простой в использовании и хорошо зарекомендовавший себя вид альтернативной энергетики. Однако при эксплуатации ветряных установок в структуре здания следует учитывать их возможные негативные воздействия на человека. Они являются источниками механического и аэродинамического шумов. Это зависит от мощности и размеров установки — чем больше и мощнее ветряк, тем активнее проявляются неблагоприятные воздействия. Современные ветрогенераторы, как правило, оснащены обо-

родованием с низким уровнем механического шума. Уровень аэродинамического шума для частной ветроустановки не должен превышать 40 дБ.

Однако работа ветрогенераторов порождает и низкочастотные колебания. Ветрогенератор мощностью 1 МВт создает ощутимые колебания, передающиеся через почву в радиусе около 60 м. Рекомендуемое расстояние до жилых домов для такой установки составляет не менее 300 м [2].

Шквальные потоки ветра могут стать причиной поломки ветроприемного устройства. Как правило, под действием центробежной силы может произойти разлет обломков лопастей. В основном, работа ветряных установок небольшого размера не наносит серьезного вреда жизнедеятельности человека. Это позволяет использовать их непосредственно в структуре здания при принятии соответствующих технических мер.

В основном ветроэнергетические установки используются для выработки электричества с помощью электрогенератора. Принципиально все установки подразделяются на системы с вертикальной и горизонтальной осью вращения. Выбор того или иного типа определяется рядом факторов, но в обоих случаях принцип проектирования зданий с ветроэнергетическими установками остается один — для обеспечения наиболее эффективного их использования форма и ориентация конструкций должна способствовать направлению

воздушных масс и их концентрации в районе установки.

Примером здания с интегрированными в его структуру ветрогенераторами служит Всемирный торговый центр в городе Манама (Бахрейн), построенный в 2008 г. компанией Atkins (рис. 9). В конструкции башен впервые в мире были применены ветрогенераторы. Турбины рассчитаны на производство до 15% энергии, необходимой для полноценного функционирования комплекса.

Поиск архитектурных решений, использующих и поддерживающих естественные природные процессы, — основная задача современной архитектуры. Архитектура, созданная руками человека, и дикая природа должны сложиться в единую гармонично функционирующую систему.

Список литературы.

1. **Renewable 2013.** Global status report. / <http://www.ren21.net>
2. **Рябов А.В.** Объекты альтернативной энергетики в архитектуре зданий. — М.: «Аналитик», 2012.
3. **Дэвис А., Шуберт Р.** Альтернативные природные источники энергии в строительном проектировании. / Под ред. Э.В.Сарнацкого — М.: Стройиздат, 1983.
4. **Как будет** выглядеть небоскребы в 2050 году. / <http://sky-scraпер2009.livejournal.com>
5. **Здание,** как пособие по «зеленому» строительству. Экологический центр «Слуняков» в Чехии. / <http://greenevolution.ru>