ВСТУПЛЕНИЕ

Сейчас, как никогда остро встал вопрос, о том, каким будет будущее планеты в энергетическом плане. Что ждет человечество - энергетический голод или энергетическое изобилие? В газетах и различных журналах все чаще и чаще встречаются статьи об энергетическом кризисе. Из-за нефти возникают войны, расцветают и беднеют государства, сменяются правительства. К разряду газетных сенсаций стали относить сообщения о запуске новых установок или о новых изобретениях в области энергетики. Разрабатываются гигантские энергетические программы, осуществление которых потребует громадных усилий и огромных материальных затрат.

Если в конце прошлого века энергия играла, в общем, вспомогательную и незначительную в мировом балансе роль, то уже в 1930 году в мире было произведено около 300 миллиардов киловатт-часов электроэнергии. Вполне реален прогноз, по которому в 2000 году будет произведено 30 тысяч миллиардов киловатт-часов! Гигантские цифры, огромные темпы роста! И все равно энергии будет мало - потребности в ней растут еще быстрее. Уровень материальной, а, в конечном счете, и духовной культуры людей находится в прямой зависимости от количества энергии, имеющейся в их распоряжении.

Чтобы добыть руду, выплавить из нее металл, построить дом, сделать любую вещь, нужно израсходовать энергию. А потребности человека все время растут, да и людей становится все больше. Так за чем же остановка? Ученые и изобретатели уже давно разработали многочисленные способы производства энергии, в первую очередь электрической. Давайте тогда строить все больше и больше электростанций, и энергии будет столько, сколько понадобится! Такое, казалось бы, очевидное решение сложной задачи, оказывается, таит в себе немало подводных камней. Неумолимые законы природы утверждают, что получить энергию, пригодную для использования, можно только за счет ее преобразований из других форм.

Вечные двигатели, якобы производящие энергию и ниоткуда ее не берущие, к сожалению, невозможны. А структура мирового энергохозяйства к сегодняшнему дню сложилась таким образом, что четыре из каждых пяти произведенных киловатт получаются в принципе тем же способом, которым пользовался первобытный человек для согревания, то есть при сжигании топлива, или при использовании запасенной в нем химической энергии, преобразовании ее в электрическую на тепловых электростанциях.

Правда, способы сжигания топлива стали намного сложнее и совершеннее. Возросшие требования к защите окружающей среды потребовали нового подхода к энергетике. В разработке Энергетической программы приняли участие виднейшие ученые и специалисты различных сфер. С помощью новейших математических моделей электронно-вычислительные машины рассчитали несколько сотен вариантов структуры будущего энергетического баланса. Были найдены принципиальные решения, определившие стратегию развития энергетики на грядущие десятилетия. Хотя в основе энергетики ближайшего будущего по-прежнему останется теплоэнергетика на не возобновляемых ресурсах, структура ее изменится. Должно сократиться использование нефти. Существенно возрастет производство электроэнергии на атомных электростанциях. Начнется использование пока еще не тронутых гигантских запасов дешевых углей, например, в Кузнецком, Канско-Ачинском, Экибастузском бассейнах. Широко будет применяться природный газ (запасы которого в стране намного превосходят запасы в других странах). Энергетическая программа - основа техники и экономики в канун 21 века. Но ученые заглядывают и вперед, за пределы сроков, установленных Энергетической программой.

На пороге 21 века, и они трезво отдают себе отсчет в реальностях третьего тысячелетия. К сожалению, запасы нефти, газа, угля отнюдь не бесконечны. Природе, чтобы создать эти запасы, потребовались миллионы лет, израсходованы они будут за сотни. Сегодня в мире стали всерьез задумываться над тем, как не допустить хищнического разграбления земных богатств. Ведь лишь при этом условии запасов топлива может хватить на века. К сожалению, многие нефтедобывающие страны живут сегодняшним днем. Они нещадно расходуют подаренные им природой нефтяные запасы. Сейчас многие из этих стран, особенно в районе Персидского залива, буквально купаются в деньгах, не задумываясь, что через несколько десятков лет эти запасы иссякнут. Что же произойдет тогда, а это рано или поздно случится, когда месторождения нефти и газа будут исчерпаны? Вероятность скорого истощения мировых запасов топлива, а также ухудшение экологической ситуации в мире, (переработка нефти и довольно частые аварии во время ее транспортировки представляют реальную угрозу для окружающей среды) заставили задуматься о других видах топлива, способных заменить нефть и газ.

Сейчас в мире все больше ученых инженеров занимаются поисками новых, нетрадиционных источников которые могли бы взять на себя хотя бы часть забот по снабжению человечества энергией. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии включают солнечную, ветровую, геотермальную энергию, биомассу и энергию Мирового океана.

ЭНЕРГИЯ СОЛНЦА

В последнее время интерес к проблеме использования солнечной энергии резко возрос, и хотя этот источник также относится к возобновляемым, внимание, уделяемое ему во всем мире, заставляет нас рассмотреть его возможности отдельно. Потенциальные возможности энергетики, основанной на использовании непосредственно солнечного излучения, чрезвычайно велики. Заметим, что использование всего лишь 0.0125 % этого количества энергии Солнца могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а использование 0.5 % - полностью покрыть потребности на перспективу. К сожалению, вряд ли когда-нибудь эти огромные потенциальные ресурсы удастся реализовать в больших масштабах. Одним из наиболее серьезных препятствий такой реализации является низкая интенсивность солнечного излучения.

Даже при наилучших атмосферных условиях (южные широты, чистое небо) плотность потока солнечного излучения составляет не более 250 Вт/м2. Поэтому, чтобы коллекторы солнечного излучения "собирали" за год энергию, необходимую для удовлетворения всех потребностей человечества нужно разместить их на территории 130 000 км2! Необходимость использовать коллекторы огромных размеров, кроме того, влечет за собой значительные материальные затраты. Простейший коллектор солнечного излучения представляет собой зачерненный металлический (как правило, алюминиевый) лист, внутри которого располагаются трубы с циркулирующей в ней жидкостью. Нагретая за счет солнечной энергии, поглощенной коллектором, жидкость поступает для непосредственного использования. Согласно расчетам изготовление коллекторов солнечного излучения площадью 1 км2, требует примерно 10^4 тонн алюминия. Доказанные же на сегодня мировые запасы этого металла оцениваются в 1.17\*10^9 тонн.

Из написанного ясно, что существуют разные факторы, ограничивающие мощность солнечной энергетики. Предположим, что в будущем для изготовления коллекторов станет возможным применять не только алюминий, но и другие материалы. Изменится ли ситуация в этом случае? Будем исходить из того, что на отдельной фазе развития энергетики (после 2100 года) все мировые потребности в энергии будут удовлетворяться за счет солнечной энергии. В рамках этой модели можно оценить, что в этом случае потребуется "собирать" солнечную энергию на площади от 1\*10^6 до 3\*10^6 км2. В то же время общая площадь пахотных земель в мире составляет сегодня 13\*10^6 км2.Солнечная энергетика относится к наиболее материалоемким видам производства энергии. Крупномасштабное использование солнечной энергии влечет за собой гигантское увеличение потребности в материалах, а, следовательно, и в трудовых ресурсах для добычи сырья, его обогащения, получения материалов, изготовление гелиостатов, коллекторов, другой аппаратуры, их перевозки. Подсчеты показывают, что для производства 1 МВт\* год электрической энергии с помощью солнечной энергетики потребуется затратить от 10 000 до 40 000 человеко-часов.

В традиционной энергетике на органическом топливе этот показатель составляет 200-500 человеко-часов. Пока еще электрическая энергия, рожденная солнечными лучами, обходится намного дороже, чем получаемая традиционными способами. Ученые надеются, что эксперименты, которые они проведут на опытных установках и станциях, помогут решить не только технические, но и экономические проблемы.

Первые попытки использования солнечной энергии на коммерческой основе относятся к 80-м годам нашего столетия. Крупнейших успехов в этой области добилась фирма Loose Industries (США). Ею в декабре 1989 года введена в эксплуатацию солнечно-газовая станция мощностью 80 МВт. Здесь же, в Калифорнии, в 1994 году введено еще 480 МВт электрической мощности, причем, стоимость 1 кВт/ч энергии - 7-8 центов. Это ниже, чем на традиционных станциях. В ночные часы и зимой энергию дает, в основном, газ, а летом и в дневные часы - солнце. Электростанция в Калифорнии продемонстрировала, что газ и солнце, как основные источники энергии ближайшего будущего, способны эффективно дополнять друг друга. Поэтому не случаен вывод, что в качестве партнера солнечной энергии должны выступать различные виды жидкого или газообразного топлива. Наиболее вероятной “кандидатурой” является водород.

Его получение с использованием солнечной энергии, например, путем электролиза воды, может быть достаточно дешевым, а сам газ, обладающий высокой теплотворной способностью, легко транспортировать и длительно хранить. Отсюда вывод: наиболее экономичная возможность использования солнечной энергии, которая просматривается сегодня - направлять ее для получения вторичных видов энергии в солнечных районах земного шара. Полученное жидкое или газообразное топливо можно будет перекачивать по трубопроводам или перевозить танкерами в другие районы. Быстрое развитие гелиоэнергетики стало возможным благодаря снижению стоимости фотоэлектрических преобразователей в расчете на 1 Вт установленной мощности с 1000 долларов в 1970 году до 3-5 долларов в 1997 году и повышению их КПД с 5 до18%. Уменьшение стоимости солнечного ватта до 50 центов позволит гелиоустановкам конкурировать с другими автономными источниками энергии, например, с дизельэлектростанциями.

ГЕЛИОУСТАНОВКИ НА ШИРОТЕ 60°

Одним из лидеров практического использования энергии Солнца стала Швейцария. Здесь построено примерно 2600 гелиоустановок на кремниевых фотопреобразователях мощностью от 1 до 1000 кВт и солнечных коллекторных устройств для получения тепловой энергии. Программа, получившая наименование “Солар-91” и осуществляемая под лозунгом “За энергонезависимую Швейцарию!”, вносит заметный вклад в решение экологических проблем и энергетическую независимость страны импортирующей сегодня более 70 процентов энергии.

Программа “Солар-91” осуществляется практически без поддержки государственного бюджета, в основном, за счет добровольных усилий и средств отдельных граждан, предпринимателей и муниципалитетов. Гелиоустановку на кремниевых фотопреобразователях, чаще всего мощностью 2-3 кВт, монтируют на крышах и фасадах зданий. Она занимает примерно 20-30 квадратных метров. Такая установка вырабатывает в год в среднем 2000 кВт/ч электроэнергии, что достаточно для обеспечения бытовых нужд среднего швейцарского дома и зарядки бортовых аккумуляторов электромобиля. Дневной избыток энергии в летнюю пору направляют в электрическую сеть общего пользования. Зимой же, особенно в ночные часы, энергия может быть бесплатно возвращена владельцу гелиоустановки.

Крупные фирмы монтируют на крышах производственных корпусов гелиостанции мощностью до 300 кВт. Одна такая станция может покрыть потребности предприятия в энергии на 50-70%.

В районах альпийского высокогорья, где нерентабельно прокладывать линии электропередач, строятся автономные гелиоустановки с аккумуляторами.

Опыт эксплуатации свидетельствует, что Солнце уже в состоянии обеспечить энергопотребности, по меньшей мере, всех жилых зданий в стране. Гелиоустановки, располагаясь на крышах и стенах зданий, на шумозащитных ограждениях автодорог, на транспортных и промышленных сооружениях не требуют для размещения дорогостоящей сельскохозяйственной или городской территории.

Автономная солнечная установка у поселка Гримзель дает электроэнергию для круглосуточного освещения автодорожного тоннеля. Вблизи города Шур солнечные панели, смонтированные на 700-метровом участке шумозащитного ограждения, ежегодно дают 100 кВт электроэнергии. Солнечные панели мощностью 320 кВт, установленные по заказу фирмы Biral на крыше ее производственного корпуса в Мюнзингене, почти полностью покрывают технологические потребности предприятия в тепле и электроэнергии.

Современная концепция использования солнечной энергии наиболее полно выражена при строительстве корпусов завода оконного стекла в Арисдорфе, где солнечным панелям общей мощностью 50 кВт еще при проектировании была отведена дополнительная роль элементов перекрытия и оформления фасада.

КПД кремниевых фотопреобразователей при сильном нагреве заметно снижается и, поэтому, под солнечными панелями проложены вентиляционные трубопроводы для прокачки наружного воздуха. Нагретый воздух работает как теплоноситель коллекторных устройств. Темно-синие, искрящиеся на солнце фотопреобразователи на южном и западном фасадах административного корпуса, отдавая в сеть 9 кВт электроэнергии, играют роль декоративной облицовки.

ГЕЛИОМОБИЛЬ СЕГОДНЯ

Один из крупных разделов программы “Солар-91” - развитие транспортных средств использующих солнечную энергию, так как автотранспорт “съедает” четверть энергетических ресурсов необходимых стране. Ежегодно в Швейцарии проводится международное ралли солнцемобилей “Тур де сол”. Трасса ралли, протяженностью 644 километра, проложена по дорогам северо-западной Швейцарии и Австрии. Гонки состоят из 6 однодневных этапов, длина каждого - от 80 до 150 километров.

Швейцарские граждане возлагают большие надежды на децентрализованное производство электрической и тепловой энергии собственными гелиоустановками. Это отвечает независимому и самостоятельному швейцарскому характеру, чувству цивилизованного собственника, не жалеющего средств ради чистоты горного воздуха, воды и земли. Наличие персональных гелиостанций стимулирует развитие в стране электроники и электротехники, приборостроения, технологии новых материалов и других наукоемких отраслей.

В июне 1985 года Урс Мунтвайлер, 27-летний инженер из Берна, провел по Дорогам Европы первое многодневное ралли легких электромобилей, оборудованных фотопреобразователями и использующих для движения солнечную энергию. В нем участвовало несколько швейцарских самодельщиков, восседавших в “поставленных на колеса ящиках из-под мыла” с прикрученными к ним сверху солнечными панелями. Во всем мире тогда едва ли можно было насчитать с десяток гелиомобилей.

Прошло четыре года. “Тур де сол” превратился в неофициальный чемпионат мира. В пятом “солнечном ралли”, состоявшемся в 1989 году, участвовало свыше 100 представителей из ФРГ, Франции, Англии, Австрии, США и других стран. Тем не менее, больше половины гелиомобилей принадлежало по-прежнему швейцарским первопроходцам.

В течение последующих пяти лет появилось понятие серийный гелиомобиль. Гелиомобиль считается серийным, если фирма-изготовитель продала не менее 10-ти образцов, и они имеют сертификат, разрешающий движение по дорогам общего пользования.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Существуют и другие направления в освоении солнечной энергии. Это, прежде всего, использование фотосинтезирующей способности растений. Уже созданы и успешно работают, правда пока в лабораторных условиях, фотобиохимические системы, где энергия кванта света используется для переноса электронов. Они являются прообразом эффективных преобразователей будущего, использующих принципы естественного фотосинтеза.

Решая вопросы “экономичности” солнечной энергетики, нельзя впадать в распространенное заблуждение: сравнивать дорогостоящую, но очень молодую технологию преобразования энергии Солнца в электричество с помощью фотоэлементов, с дешевой, но “грязной” технологией использования нефти и газа. Экономичность этого нового вида энергетических ресурсов должна сравниваться с теми видами энергии, которые будут в тех же масштабах использоваться в будущем.

Расчеты показывают, что стоимость широкого производства синтетического жидкого топлива с помощью солнечной энергии будет равняться 60 долларам за баррель. Для сравнения отметим, что сегодня стоимость барреля нефти из района Персидского залива составляет 35 долларов.

Интенсивность солнечного света на уровне моря составляет 1-3 кВт на квадратный метр. КПД лучших солнечных батарей составляет 12-18 процентов. С учетом КПД преобразование энергии солнечных лучей с помощью фотопреобразователей позволяет получить с одного квадратного метра не более 1/2 кВт мощности.

Опыт использования солнечной энергии в умеренных широтах показывает, что энергию солнца выгоднее непосредственно аккумулировать и использовать в виде тепла. Разработаны проектные предложения для Аляски и севера Канады. Природно-климатические условия этих регионов сопоставимы с условиями средней полосы нашей страны. Существует два основных направления в развитии солнечной энергетики: решение глобального вопроса снабжения энергией и создание солнечных преобразователей, рассчитанных на выполнение конкретных локальных задач. Эти преобразователи, в свою очередь, также делятся на две группы; высокотемпературные и низкотемпературные.

В преобразователях первого типа солнечные лучи концентрируются на небольшом участке, температура которого поднимется до 3000°С. Такие установки уже существуют. Они используются, например, для плавки металлов.

Самая многочисленная часть солнечных преобразователей работает при гораздо меньших температурах - порядка 100-200°С. С их помощью подогревают воду, обессоливают ее, поднимают из колодцев. В солнечных кухнях готовят пищу. Сконцентрированным солнечным теплом сушат овощи, фрукты и даже замораживают продукты. Энергию солнца можно аккумулировать днем для обогрева домов и теплиц в ночное время.

Солнечные установки практически не требуют эксплуатационных расходов, не нуждаются в ремонте и требуют затрат лишь на их сооружение и поддержание в чистоте. Работать они могут бесконечно.

КОНЦЕНТРАТОРЫ СОЛНЕЧНОГО СВЕТА

С детства многие помнят, что с помощью собирательной линзы от солнечного света можно зажечь бумагу. В промышленных установках линзы не используются: они тяжелы, дороги и трудны в изготовлении.

Сфокусировать солнечные лучи можно и с помощью вогнутого зеркала. Оно является основной частью гелиоконцентратора, прибора, в котором параллельные солнечные лучи собираются с помощью вогнутого зеркала. Если в фокус зеркала поместить трубу с водой, то она нагреется. Таков принцип действия солнечных преобразователей прямого действия.

Наиболее эффективно их можно использовать в южных широтах, но и в средней полосе они находят применение. Зеркала в установках используются либо традиционные - стеклянные, либо из полированного алюминия. Наиболее эффективные концентраторы солнечного излучения имеют форму:

цилиндрического параболоида;

параболоида вращения;

плоско-линейной линзы Френеля.

Фирма Loose Industries на солнечно-газовой электростанции в Калифорнии использует систему параболо-цилиндрических длинных отражателей в виде желоба. В его фокусе проходит труба с теплоносителем - дифенилом, нагреваемым до 350°С. Желоб поворачивается для слежения за солнцем только вокруг одной оси (а не двух, как плоские гелиостаты). Это позволило упростить систему слежения за солнцем. Солнечная энергия может непосредственно преобразовываться в механическую. Для этого используется двигатель Стирлинга. Если в фокусе параболического зеркала диаметром 1,5 м установить динамический преобразователь, работающий по циклу Стирлинга, получаемой мощности (1 кВт) достаточно, чтобы поднимать с глубины 20 метров 2 м3 воды в час.

В реальных гелиосистемах плоско-линейная линза Френеля используется редко из-за ее высокой стоимости.

Водонагреватель. Водонагреватель предназначен для снабжения горячей водой, в основном, индивидуальных хозяйств. Устройство состоит из короба со змеевиком, бака холодной воды, бака-аккумулятора и труб. Короб стационарно устанавливается под углом 30-50° с ориентацией на южную сторону. Холодная, более тяжелая, вода постоянно поступает в нижнюю часть короба, там она нагревается и, вытесненная холодной водой, поступает в бак-аккумулятор. Она может быть использована для отопления, для душа либо для других бытовых нужд.

Дневная производительность на широте 50° примерно равна 2 кВт/ч с квадратного метра. Температура воды в баке-аккумуляторе достигает 60-70°. КПД установки - 40%.

Тепловые концентраторы. Каждый, кто хоть раз бывал в теплицах, знает, как резко отличаются условия внутри нее от окружающих: Температура в ней выше. Солнечные лучи почти беспрепятственно проходят сквозь прозрачное покрытие и нагревают почву, растения, стены, конструкцию крыши. В обратном направлении тепло рассеивается мало из-за повышенной концентрации углекислого газа. По сходному принципу работают и тепловые концентраторы.

Это деревянные, металлические, или пластиковые короба, с одной стороны закрытые одинарным или двойным стеклом. Внутрь короба для максимального поглощения солнечных лучей вставляют волнистый металлический лист, окрашенный в черный цвет. В коробе нагревается воздух или вода, которые периодически или постоянно отбираются оттуда с помощью вентилятора или насоса.

ЖИЛОЙ ДОМ С СОЛНЕЧНЫМ ОТОПЛЕНИЕМ

Среднее за год значение суммарной солнечной радиации на широте 55°, поступающей в сутки на 20 м2 горизонтальной поверхности, составляет 50-60 кВт/ч. Это соответствует затратам энергии на отопление дома площадью 60 м2 .

Для условий эксплуатации сезонно обитаемого жилища средней полосы наиболее подходящей является воздушная система теплоснабжения. Воздух нагревается в солнечном коллекторе и по воздуховодам подается в помещение. Удобства применения воздушного теплоносителя по сравнению с жидкостным очевидны:

нет опасности, что система замерзнет;

нет необходимости в трубах и кранах;

простота и дешевизна.

Недостаток - невысокая теплоемкость воздуха.

Конструктивно коллектор представляет собой ряд застекленных вертикальных коробов, внутренняя поверхность которых зачернена матовой краской, не дающей запаха при нагреве. Ширина короба около 60 см. В части расположения солнечного коллектора на доме предпочтение отдается вертикальному варианту. Он много проще в строительстве и дальнейшем обслуживании. По сравнению с наклонным коллектором (например, занимающим часть крыши), не требуется уплотнения от воды, отпадает проблема снеговой нагрузки, с вертикальных стекол легко смыть пыль.

Плоский коллектор, помимо прямой солнечной радиации, воспринимает рассеянную и отраженную радиацию: в пасмурную погоду, при легкой облачности, словом, в тех условиях, какие мы реально имеем в средней полосе. Плоский коллектор не создает высокопотенциальной теплоты, как концентрирующий коллектор, но для конвекционного отопления этого и не требуется, здесь достаточно иметь низкопотенциальную теплоту. Солнечный коллектор располагается на фасаде, ориентированном на юг (допустимо отклонение до 30° на восток или на запад).

Неравномерность солнечной радиации в течение дня, а также желание обогревать дом ночью и в пасмурный день диктует необходимость устройства теплового аккумулятора. Днем он накапливает тепловую энергию, а ночью отдает. Для работы с воздушным коллектором наиболее рациональным считается гравийно-галечный аккумулятор. Он дешев, прост в строительстве. Гравийную засыпку можно разместить в теплоизолированной заглубленной цокольной части дома. Теплый воздух нагнетается в аккумулятор с помощью вентилятора.

Для дома, площадью 60 м2 , объем аккумулятора составляет от 3 до 6 м3. Разброс определяется качеством исполнения элементов гелиосистемы, теплоизоляцией, а также режимом солнечной радиации в конкретной местности. Система солнечного теплоснабжения дома работает в четырех режимах

отопление и аккумулирование тепловой энергии;

отопление от аккумулятора;

аккумулирование тепловой энергии;

отопление от коллектора.

В холодные солнечные дни нагретый в коллекторе воздух поднимается и через отверстия у потолка поступает в помещения. Циркуляция воздуха идет за счет естественной конвекции. В ясные теплые дни горячий воздух забирается из верхней зоны коллектора и с помощью вентилятора прокачивается через гравий, заряжая тепловой аккумулятор. Для ночного отопления и на случай пасмурной погоды воздух из помещения прогоняется через аккумулятор и возвращается в комнаты подогретый.

В средней полосе гелиосистема лишь частично обеспечивает потребности отопления. Опыт эксплуатации показывает, что сезонная экономия топлива за счет использования солнечной энергии достигает 60%.

ВЕТРОВАЯ ЭНЕРГИЯ

Огромна энергия движущихся воздушных масс. Запасы энергии ветра более чем в сто раз превышают запасы гидроэнергии всех рек планеты. Постоянно и повсюду на земле дуют ветры - от легкого ветерка, несущего желанную прохладу в летний зной, до могучих ураганов, приносящих неисчислимый урон и разрушения. Всегда неспокоен воздушный океан, на дне которого мы живем. Ветры, дующие на просторах нашей страны, могли бы легко удовлетворить все ее потребности в электроэнергии! Климатические условия позволяют развивать ветроэнергетику на огромной территории от наших западных границ до берегов Енисея. Богаты энергией ветра северные районы страны вдоль побережья Северного Ледовитого океана, где она особенно необходима мужественным людям, обживающим эти богатейшие края. Почему же столь обильный, доступный, да и экологически чистый источник энергии так слабо используется? В наши дни двигатели, использующие ветер, покрывают всего одну тысячную мировых потребностей в энергии. Техника 20 века открыла совершенно новые возможности для ветроэнергетики, задача которой стала другой -получение электроэнергии. В начале века Н.Е. Жуковский разработал теорию ветродвигателя, на основе которой могли быть созданы высокопроизводительные установки, способные получать энергию от самого слабого ветерка. Появилось множество проектов ветроагрегатов, несравненно более совершенных, чем старые ветряные мельницы. В новых проектах используются достижения многих отраслей знания. В наши дни к созданию конструкций ветроколеса - сердца любой ветроэнергетической установки - привлекаются специалисты-самолетостроители, умеющие выбрать наиболее целесообразный профиль лопасти, исследовать его в аэродинамической трубе. Усилиями ученых и инженеров созданы самые разнообразные конструкции современных ветровых установок.

Первой лопастной машиной, использовавшей энергию ветра, был парус. Парус и ветродвигатель кроме одного источника энергии объединяет один и тот же используемый принцип. Исследования Ю. С. Крючкова показали, что парус можно представить в виде ветродвигателя с бесконечным диаметром колеса. Парус является наиболее совершенной лопастной машиной, с наивысшим коэффициентом полезного действия, которая непосредственно использует энергию ветра для движения.

Ветроэнергетика, использующая ветроколеса и ветрокарусели, возрождается сейчас, прежде всего, в наземных установках. В США уже построены и эксплуатируются коммерческие установки. Проекты наполовину финансируются из государственного бюджета. Вторую половину инвестируют будущие потребители экологически чистой энергии.

Еще в 1714 году француз Дю Квит предложил использовать ветродвигатель в качестве движителя для перемещения по воде. Пятилопастное ветроколесо, установленное на треноге, должно было приводить в движение гребные колеса. Идея так и осталась на бумаге, хотя понятно, что ветер произвольного направления может двигать судно в любом направлении.

Первые разработки теории ветродвигателя относятся к 1918 г. В. Залевский заинтересовался ветряками и авиацией одновременно. Он начал создавать полную теорию ветряной мельницы и вывел несколько теоретических положений, которым должна отвечать ветроустановка.

В начале ХХ века интерес к воздушным винтам и ветроколесам не был обособлен от общих тенденций времени - использовать ветер, где это только возможно. Первоначально наибольшее распространение ветроустановки получили в сельском хозяйстве. Воздушный винт использовали для привода судовых механизмов. На всемирно известном “Фраме” (“Фрам” [фр. frum вперед] - исследовательское судно Ф. Нансена, исследователя Арктики) он вращал динамомашину. На парусниках ветряки приводили в движение насосы и якорные механизмы.

В России к началу нынешнего века вращалось около 2500 тысяч ветряков общей мощностью миллион киловатт. После 1917 года мельницы остались без хозяев и постепенно разрушились. Правда, делались попытки использовать энергию ветра уже на научной и государственной основе. В 1931 году вблизи Ялты была построена крупнейшая по тем временам ветроэнергетическая установка мощностью 100 кВт, а позднее разработан проект агрегата на 5000 кВт. Но реализовать его не удалось, так как Институт ветроэнергетики, занимавшийся этой проблемой, был закрыт.

Сложившаяся ситуация отнюдь не обусловливалась местным головотяпством. Такова была общемировая тенденция. В США к 1940 году построили ветроагрегат мощностью в 1250 кВт. К концу войны одна из его лопастей получила повреждение. Ее даже не стали ремонтировать - экономисты подсчитали, что выгодней использовать обычную дизельную электростанцию. Дальнейшие исследования этой установки прекратились, а ее создатель и владелец П. Путнэм изложил свой горестный опыт в прекрасной книге “Энергия ветра”, которая не потеряла до сих пор своей актуальности.

Неудавшиеся попытки использовать энергию ветра в крупномасштабной энергетике сороковых годов не были случайны. Нефть оставалась сравнительно дешевой, резко снизились удельные капитальные вложения на крупных тепловых электростанциях, освоение гидроэнергии, как тогда казалось, гарантирует и низкие цены, и удовлетворительную экологическую чистоту.

Существенным недостатком энергии ветра является ее изменчивость во времени, но его можно скомпенсировать за счет расположения ветроагрегатов. Если в условиях полной автономии объединить несколько десятков крупных ветроагрегатов, то средняя их мощность будет постоянной. При наличии других источников энергии ветрогенератор может дополнять существующие. И, наконец, от ветродвигателя можно непосредственно получать механическую энергию.

ВЕТЕР

Ветер дует везде - на суше и на море. Человек не сразу понял, что перемещение воздушных масс связано с неравномерным изменением температуры и вращением земли, но это не помешало нашим предкам использовать ветер для мореплавания.

Глобальные ветры. К глобальным ветрам относятся пассаты и западный ветер.

Пассаты образуются в результате нагрева экваториальной части земли. Нагретый воздух поднимается вверх, увлекая за собой воздушные массы с севера и юга. Вращение земли отклоняет потоки воздуха. В результате устанавливаются дующие круглый год с постоянной силой северо-восточный пассат в северном полушарии и юго-восточный - в южном. Пассаты дуют в приэкваториальной области, заключенной между 25 и 30° северной и южной широтами соответственно. В северном полушарии пассаты охватывают 11% поверхности океанов, а в южной - 20%. Сила пассатного ветра обычно составляет 2-3 балла. Западный ветер дует круглый год с запада на восток в полосе от 40 до 60° южной широты вдоль кромки дрейфующих льдов Антарктиды. Это самый сильный постоянный ветер. Его сила достигает 8-10 баллов и редко бывает менее 5 баллов.

В глубине материка нет постоянного направления ветра. Так как разные участки суши в разное время года нагреваются по-разному можно говорить только о преимущественном сезонном направлении ветра. Кроме того, на разной высоте ветер ведет себя по-разному, а для высот до 50 метров характерны “рыскающие” потоки.

Потенциал атмосферы можно вычислить, зная ее массу и скорость рассеяния энергии. Для приземного слоя толщиной в 500 метров энергия ветра, превращающаяся в тепло, составляет примерно 82 триллиона киловатт-часов в год. Конечно, всю ее использовать невозможно, в частности, по той причине, что часто поставленные ветряки будут затенять друг друга. В то же время отобранная у ветра энергия, в конечном счете, вновь превратится в тепло.

Среднегодовые скорости воздушных потоков на стометровой высоте превышают 7 м/с. Если выйти на высоту в 100 метров, используя подходящую естественную возвышенность, то везде можно ставить эффективный ветроагрегат. Если взять только нижний 100-метровый слой и поставить установку на 100 квадратных километров, то при установленной мощности около двух миллиардов киловатт можно выработать за год 5 триллионов киловатт-часов, что в 2 раза больше гидроэнергетического потенциала стран СНГ.

Местные ветры. Первыми для плавания использовались местные ветры. К ним относятся бризы. ( Бриз [фр. brise] - свежий ветер.) Бризы - это легкие ветры, окаймляющие берега материков и больших островов, вызываемые суточным колебанием температуры. Их периодичность обусловлена различием температуры суши и моря днем и ночью. Днем суша нагревается быстрее и сильнее, чем море.

Теплый воздух поднимается над береговой полосой, а на его место устремляется прохладный воздух с моря - морской бриз. Ночью берег охлаждается быстрее и сильнее, чем море, поэтому теплый воздух поднимается над морем, а его замещает холодный воздух с суши - береговой бриз.

Вторыми, постоянно дующими ветрами, являются муссоны (Муссон [арабск. мавсим] - время года). Эти ветры дуют в Индийском океане и связаны с сезонным изменением температуры материка и океана. Летом солнечные лучи сильнее нагревают сушу, и ветер дует с моря на сушу. Зимой муссон дует с суши на море. Вращение земли вызывает появление сил Кориолиса, которые отклоняют муссоны вправо. Поэтому летом дуют юго-западные муссоны, а зимой - северо-восточные. Муссоны достигают большой силы и вызывают в Индийском океане соответствующие местным ветрам поверхностные течения.

УПРЯЖЬ ДЛЯ ВЕТРА

нетрадиционный энергия солнечная ветродвигатель

Принцип действия всех ветродвигателей один: под напором ветра вращается ветроколесо с лопастями, передавая крутящий момент через систему передач валу генератора, вырабатывающего электроэнергию, водяному насосу. Чем больше диаметр ветроколеса, тем больший воздушный поток оно захватывает и тем больше энергии вырабатывает агрегат.

Принципиальная простота дает здесь исключительный простор для конструкторского творчества, но только неопытному взгляду ветроагрегат представляется простой конструкцией.

Традиционная компоновка ветряков - с горизонтальной осью вращения - неплохое решение для агрегатов малых размеров и мощностей. Когда же размахи лопастей выросли, такая компоновка оказалась неэффективной, так как на разной высоте ветер дует в разные стороны. В этом случае не только не удается оптимально ориентировать агрегат по ветру, но и возникает опасность разрушения лопастей.

Кроме того, концы лопастей крупной установки, двигаясь с большой скоростью, создают шум. Однако главное препятствие на пути использовании энергии ветра все же экономическая - мощность агрегата остается небольшой и доля затрат на его эксплуатацию оказывается значительной. В итоге себестоимость энергии не позволяет ветрякам с горизонтальной осью оказывать реальную конкуренцию традиционным источникам энергии.

Серийно выпускавшийся в 1991 году НПО “Ветроэн” крыльчатый ветродвигатель, имел размах лопастей 6 метров и мощность 4 кВт. Его киловатт-час обходился в 8...10 копеек.

Типы ветродвигателей

Большинство типов ветродвигателей известны так давно, что история умалчивает имена их изобретателей. Ветроагрегаты делятся на две группы:

ветродвигатели с горизонтальной осью вращения (крыльчатые);

ветродвигатели с вертикальной осью вращения (карусельные: лопастные и ортогональные).

Типы крыльчатых ветродвигателей отличаются только количеством лопастей.

Крыльчатые ветродвигатели. Для крыльчатых ветродвигателей, наибольшая эффективность которых достигается при действии потока воздуха перпендикулярно к плоскости вращения лопастей-крыльев, требуется устройство автоматического поворота оси вращения. С этой целью применяют крыло-стабилизатор. Карусельные ветродвигатели обладают тем преимуществом, что могут работать при любом направлении ветра,, не изменяя своего положения.

Коэффициент использования энергии ветра у крыльчатых ветродвигателей намного выше, чем у карусельных. В то же время, у карусельных - намного больше момент вращения. Он максимален для карусельных лопастных агрегатов при нулевой относительной скорости ветра.

Распространение крыльчатых ветроагрегатов объясняется величиной скорости их вращения. Они могут непосредственно соединяться с генератором электрического тока без мультипликатора. Скорость вращения крыльчатых ветродвигателей обратно пропорциональна количеству крыльев, поэтому агрегаты с количеством лопастей больше трех практически не используются.

Карусельные ветродвигатели. Различие в аэродинамике дает карусельным установкам преимущество в сравнении с традиционными ветряками. При увеличении скорости ветра они быстро наращивают силу тяги, после чего скорость вращения стабилизируется. Карусельные ветродвигатели тихоходны и это позволяет использовать простые электрические схемы, например, с асинхронным генератором, без риска потерпеть аварию при случайном порыве ветра. Тихоходность выдвигает одно ограничивающее требование - использование многополюсного генератора работающего на малых оборотах. Такие генераторы не имеют широкого распространения, а использование мультипликаторов (Мультипликатор [лат. multiplicator умножающий] - повышающий редуктор) неэффективно из-за низкого КПД последних.

Еще более важным преимуществом карусельной конструкции стала ее способность без дополнительных ухищрений следить за тем “откуда дует ветер”, что весьма существенно для приземных рыскающих потоков. Ветродвигатели подобного типа строятся в США, Японии, Англии, ФРГ, Канаде.

Карусельный лопастный ветродвигатель наиболее прост в эксплуатации. Его конструкция обеспечивает максимальный момент при запуске ветродвигателя и автоматическое саморегулирование максимальной скорости вращения в процессе работы. С увеличением нагрузки уменьшается скорость вращения и возрастает вращающий момент вплоть до полной остановки.

Ортогональные ветродвигатели. Ортогональные ветроагрегаты, как полагают специалисты, перспективны для большой энергетики. Сегодня перед ветропоклонниками ортогональных конструкций стоят определенные трудности. Среди них, в частности, проблема запуска.

В ортогональных установках используется тот же профиль крыла, что и в дозвуковом самолете. Самолет, прежде чем “опереться” на подъемную силу крыла, должен разбежаться. Так же обстоит дело и в случае с ортогональной установкой. Сначала к ней нужно подвести энергию - раскрутить и довести до определенных аэродинамических параметров, а уже потом она сама перейдет из режима двигателя в режим генератора.

Отбор мощности начинается при скорости ветра около 5 м/с, а номинальная мощность достигается при скорости 14-16 м/с. Предварительные расчеты ветроустановок предусматривают их использование в диапазоне от 50 до 20 000 кВт. В реалистичной установке мощностью 2000 кВт диаметр кольца, по которому движутся крылья, составит около 80 метров.

У мощного ветродвигателя большие размеры. Однако можно обойтись и малыми - взять числом, а не размером. Снабдив каждый электрогенератор отдельным преобразователем можно просуммировать выходную мощность, вырабатываемую генераторами. В этом случае повышается надежность и живучесть ветроустановки.

Неожиданные проявления и применения. Реально работающие ветроагрегаты обнаружили ряд отрицательных явлений. Например, распространение ветрогенераторов может затруднить прием телепередач и создавать мощные звуковые колебания. Появление экспериментального ветродвигателя на Оркнейских островах (Англия) в 1986 году вызвало многочисленные жалобы от телезрителей ближайших населенных пунктов. В итоге около ветростанции был построен телевизионный ретранслятор. Лопасти крыльчатой ветряной турбины были выполнены из стеклопластика, который не отражает и не поглощает радиоволны. Помехи создавал стальной каркас лопастей и имеющиеся на них металлические полоски, предназначенные для отвода ударов молний. Они отражали и рассеивали ультракоротковолновый сигнал. Отраженный сигнал смешивался с прямым, идущим от передатчика, и создавал на экранах помехи. Построенная в 1980 году в городке Бун (США) ветроэлектростанция, дающая 2 тысячи киловатт, действовала безотказно, но вызывала нарекания жителей городка. Во время работы ветряка в окнах дребезжали стекла и звенела посуда на полках. Было установлено, что шестидесятиметровый винт при определенной скорости вращения издавал инфразвук. Он не ощущается человеческим ухом, но вызывает низкочастотные колебания предметов и небезопасен для человека. После доработки лопастей от инфразвуковых колебаний удалось избавиться. Ветродвигатели могут не только вырабатывать энергию. Способность привлекать внимание вращением без расходования энергии используется для рекламы. Наиболее простой - однолопастный карусельный ветродвигатель представляет собой прямоугольную пластинку с отогнутыми краями. Закрепленный на стене, он начинает вращаться даже при незначительном ветре. На большой площади крыльев карусельный трех-четырех лопастный ветродвигатель может вращать рекламные плакаты и небольшой генератор. Запасенная в аккумуляторе электроэнергия может освещать крылья с рекламой в ночное время, а в безветренную погоду и вращать их.

ТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ЗЕМЛИ

Издавна люди знают о стихийных проявлениях гигантской энергии, таящейся в недрах земного шара. Память человечества хранит предания о катастрофических извержениях вулканов, унесших миллионы человеческих жизней, неузнаваемо изменивших облик многих мест на Земле. Мощность извержения даже сравнительно небольшого вулкана колоссальна, она многократно превышает мощность самых крупных энергетических установок, созданных руками человека. Правда, о непосредственном использовании энергии вулканических извержений говорить не приходится - нет пока у людей возможностей обуздать эту непокорную стихию, да и, к счастью, извержения эти достаточно редкие события. Но это проявления энергии, таящейся в земных недрах, когда лишь крохотная доля этой неисчерпаемой энергии находит выход через огнедышащие жерла вулканов. Маленькая европейская страна Исландия - "страна льда" в дословном переводе - полностью обеспечивает себя помидорами, яблоками и даже бананами! Многочисленные исландские теплицы получают энергию от тепла земли - других местных источников энергии в Исландии практически нет. Зато очень богата эта страна горячими источниками и знаменитыми гейзерами-фонтанами горячей воды, с точностью хронометра вырывающейся из-под земли. И хотя не исландцам принадлежит приоритет в использовании тепла подземных источников (еще древние римляне к знаменитым баням-термам Каракаллы- подвели воду из-под земли), жители этой маленькой северной страны эксплуатируют подземную котельную очень интенсивно.

Столица - Рейкьявик, в которой проживает половина населения страны, отапливается только за счет подземных источников. Но не только для отопления черпают люди энергию из глубин земли. Уже давно работают электростанции, использующие горячие подземные источники. Первая такая электростанция, совсем еще маломощная, была построена в 1904 году в небольшом итальянском городке Лардерелло, названном так в честь французского инженера Лардерелли, который еще в 1827 году составил проект использования многочисленных в этом районе горячих источников. Постепенно мощность электростанции росла, в строй вступали все новые агрегаты, использовались новые источники горячей воды, и в наши дни мощность станции достигла уже внушительной величины - 360 тысяч киловатт. В Новой Зеландии существует такая электростанция в районе Вайракеи, ее мощность 160 тысяч киловатт. В 120 километрах от Сан-Франциско в США производит электроэнергию геотермальная станция мощностью 500 тысяч киловатт.

ЭНЕРГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Огромные запасы энергии скрыты в текущей воде как Мирового Океана, так и внутренних вод. Раньше всего люди научились использовать энергию рек. Но когда наступил золотой век электричества, произошло возрождение водяного колеса, правда, уже в другом обличье - в виде водяной турбины. Электрические генераторы, производящие энергию, необходимо было вращать, а это вполне успешно могла делать вода, тем более что многовековой опыт у нее уже имелся. Можно считать, что современная гидроэнергетика родилась в 1891 году. Преимущества гидроэлектростанций очевидны - постоянно возобновляемый самой природой запас энергии, простота эксплуатации, отсутствие загрязнения окружающей среды. Да и опыт постройки и эксплуатации водяных колес мог бы оказать немалую помощь гидроэнергетикам.

Однако постройка плотины крупной гидроэлектростанции оказалась задачей куда более сложной, чем постройка небольшой запруды для вращения мельничного колеса. Чтобы привести во вращение мощные гидротурбины, нужно накопить за плотиной огромный запас воды. Для постройки плотины требуется уложить такое количество материалов, что объем гигантских египетских пирамид по сравнению с ним покажется ничтожным. Поэтому в начале 20 века было построено всего несколько гидроэлектростанций. Вблизи Пятигорска, на Северном Кавказе на горной реке Подкумок успешно действовала довольно крупная электростанция с многозначительным названием "Белый уголь". Это было лишь началом. Уже в историческом плане ГОЭЛРО предусматривалось строительство крупных гидроэлектростанций. В 1926 году в строй вошла Волховская ГЭС, в следующем началось строительство знаменитой Днепровской. Дальновидная энергетическая политика, проводящаяся в нашей стране, привела к тому, что у нас, как ни в одной стране мира, развита система мощных гидроэлектрических станций. Ни одно государство не может похвастаться такими энергетическими гигантами, как Волжские, Красноярская и Братская, Саяно-Шушенская ГЭС.

Эти станции, дающие буквально океаны энергии, стали центрами, вокруг которых развились мощные промышленные комплексы. Энергоустановка на реке Ранс (Бретань), состоящая из двадцати четырех реверсивных турбогенераторов, и имеющая выходную мощность 240 мегаватт - одна из наиболее мощных гидроэлектростанций во Франции. Гидроэлектростанции являются наиболее экономически выгодным источником энергии, но вместе с этим имеют ряд серьёзных недостатков, связанных с необходимостью транспортировки энергии на большие расстояния (часто потребители энергии расположены вдали от рек). При транспортировке электроэнергии по ЛЭП (линиям электропередач) происходят потери до 30% и создаётся экологически опасное электромагнитное излучение. В дополнение ко всему для проведения ЛЭП вырубаются леса, что тоже отражается на экологии.

Пока людям служит лишь небольшая часть гидроэнергетического потенциала земли. Ежегодно огромные потоки воды, образовавшиеся от дождей и таяния снегов, стекают в моря неиспользованными. Если бы удалось задержать их с помощью плотин, человечество получило бы дополнительно колоссальное количество энергии.

ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И РАЗМЕЩЕНИЕ ГЭС

Основными показателями, позволяющими оценить гидроэнергетический потенциал регионов, являются водность рек и наличие значительных перепадов высот рельефа. Совокупность данных по объему стока местных водотоков, крупных транзитных рек и амплитуде рельефа является достаточной для адекватной оценки потенциальной энергетической мощности работы воды на каждой территории, если при этом не ставить задачи расчета мегаватт потенциальной мощности ГЭС.

Наиболее значительными потенциальными гидроэнергоресурсами располагают регионы средней и восточной Сибири, имеющие горный рельеф, множество малых и средних рек, a также такие речные гиганты, как Енисей, Ангара, Лена, Амур. На остальной территории страны по гидроэнергетическому потенциалу выделяются горные республики Северного Кавказа, западный макросклон Уральского хребта и Кольский полуостров. Минимальным потенциалом располагают засушливые районы юга России и равнин Западной Сибири.

Гидроэнергетический потенциал на значительной части территории страны не используется вообще. В регионах Сибири лишь Ангарский и Енисейский каскады ГЭС позволяют использовать часть потенциала наиболее крупных рек. На остальной территории Сибири использование свободной энергии движения воды имеет лишь точечный характер (Новосибирская, Усть-Хантайская, Зейская, Вилюйская ГЭС и др.). На европейской территории страны максимально возможное количество электроэнергии извлекается в нижнем течении Волги, хотя потенциал гидроэнергетики здесь не столь велик из-за равнинного рельефа. В то же время больший по суммарной мощности, но дисперсно распределенный потенциал рек Кавказа и западного Урала используется слабее. Необходимо подчеркнуть, что энергодефицитное хозяйство Приморья вообще не имеет ГЭС, хотя этот регион располагает большими гидроэнергоресурсами. По-видимому, это связано с крайним непостоянством режима рек в условиях муссонного климата с регулярно проходящими тайфунами, что ведет к существенному удорожанию строительства в связи с проблемами безопасности. Плотность населения в равнинных районах обычно выше, чем в горных, поэтому зоны с высоким потенциалом гидроресурсов и территории с наибольшей численностью потенциальных потребителей энергии разнесены в пространстве. Исключение составляет лишь Кавказ. Однако, именно на примере Кавказа видно, что потенциал малых и средних рек недоиспользуется даже при столь редком сочетании благоприятных условий. Сейчас не принципиально, что является тому причиной - технологическая неэффективность создания малых ГЭС, сейсмическая опасность или увлечение “стройками века”. Важно, что в стране не сложилось технологии проектирования таких станций, их строительства, массового производства необходимого оборудования и опыта локального решения энергетических проблем развития отсталых регионов. Типичным примером непригодности накопленного при создании ГЭС-гигантов опыта явились гидроэнергетические проекты для слабо развитых Алтая (Катунская) и Эвенкии (Туруханская). Наконец, третья группа проблем связана с высокой, доходящей до опасной интенсивностью использования гидроэнергопотенциала средней и нижней Волги. Несмотря на географическую локальность, эта проблемы важна тем, что затрагивает зону проживания огромных масс населения. В гидроэнергетике развитие ситуации мало зависит от сочетаний ресурсного потенциала и уровня его использования. Создание новых ГЭС скорее будет зависеть от политико-экономической обстановки и наличия технических решений для малой гидроэнергетики. В этих условиях принципиальной является роль государства, как крупнейшего заказчика и инвестора при создании крупных ГЭС. В ближайшие годы такой вариант маловероятен, но если он и будет развиваться, то, скорее всего на Дальнем Востоке, где складывается устойчивый энергодефицит. Только государству под силу экстенсивное освоение потенциала, имеющегося на Дальнем Востоке. Целесообразность крупного гидроэнергетического строительства в этом регионе может быть оправдана лишь при крупной государственной программе развития Дальневосточного района, как стратегического форпоста России в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Гораздо больше шансов на реализацию имеют варианты, связанные с созданием малых ГЭС. Решение технических проблем проектирования, строительства и оснащения малых гидростанций более вероятно в условиях сокращения роли государства в экономике и усиления крупных частных компаний и регионов. В такой общеполитической ситуации развитие малой гидроэнергетики возможно в густонаселенных регионах, имеющих развитой промышленный потенциал (средний и южный Урал) или высокую численность населения (Северный Кавказ).

Развитие ситуации с Волжским каскадом ГЭС прогнозируется без особых вариантов. Острота сложившегося здесь дисбаланса между низким гидроэнергетическим потенциалом и мощностью созданных ГЭС делает развитие более зависимым от хорошо известных природных циклов. Каскад волжских ГЭС проектировался на основе данных за влажные 40-е гг. В сухие 70-е гг. воды не хватало, ГЭС не вырабатывали проектируемого количества энергии. Во влажные 80-е - 90-е гг., наоборот, наблюдался избыток воды, и ГЭС вынуждены были почти круглый год осуществлять аварийные спуски. Грядущая тепло-сухая фаза вызовет еще более резкий спад производительности и скачкообразный рост загрязнений за счет снижения разбавления и роста турбулентного перемешивания в незаполненных водохранилищах огромных масс загрязненного ила, образовавшихся за годы сбросов промышленных стоков и смыва с полей.

ЭНЕРГИЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

В Мировом Океане скрыты колоссальные запасы энергии. Так, тепловая (внутренняя) энергия, соответствующая перегреву поверхностных вод океана по сравнению с донными, скажем, на 20 градусов, имеет величину порядка 10^26 Дж. Кинетическая энергия океанских течений оценивается величиной порядка 10^18 Дж. Однако пока что люди умеют использовать лишь ничтожные доли этой энергии, да и то ценой больших и медленно окупающихся капиталовложений, так что такая энергетика до сих пор казалась малоперспективной. Однако происходящее весьма быстрое истощение запасов ископаемых топлив (прежде всего нефти и газа), использование которых к тому же связано с существенным загрязнением окружающей среды (включая сюда также и тепловое "загрязнение", и грозящее климатическими последствиями повышение уровня атмосферной углекислоты), резкая ограниченность запасов урана (энергетическое использование которых к тому же порождает опасные радиоактивные отходы) и неопределенность как сроков, так и экологических последствий промышленного использования термоядерной энергии заставляет ученых и инженеров уделять все большее внимание поискам возможностей рентабельной утилизации обширных и безвредных источников энергии и не только перепадов уровня воды в реках, но и солнечного тепла, ветра и энергии в Мировом океане. Широкая общественность, да и многие специалисты еще не знают, что поисковые работы по извлечению энергии из морей и океанов приобрели в последние годы в ряде стран уже довольно большие масштабы и что их перспективы становятся все более обещающими.

Океан таит в себе несколько различных видов энергии: энергию приливов и отливов, океанских течений, термальную энергию, и др.

Энергия приливов

Наиболее очевидным способом использования океанской энергии представляется постройка приливных электростанций (ПЭС). С 1967 г. в устье реки Ранс во Франции на приливах высотой до 13 метров работает ПЭС мощностью 240 тыс. кВт с годовой отдачей 540 тыс. кВтч. Советский инженер Бернштейн разработал удобный способ постройки блоков ПЭС, буксируемых на плаву в нужные места, и рассчитал рентабельную процедуру включения ПЭС в энергосети в часы их максимальной нагрузки потребителями. Его идеи проверены на ПЭС, построенной в 1968 году в Кислой Губе около Мурманска; своей очереди ждет ПЭС на 6 млн. кВт в Мезенском заливе на Баренцевом море.

В 70-х годах ситуация в энергетике изменилась. Каждый раз, когда поставщики на Ближнем Востоке, в Африке и Южной Америке поднимали цены на нефть, энергия приливов становилась все более привлекательной, так как она успешно конкурировала в цене с ископаемыми видами топлива. Вскоре за этим в Советском Союзе, Южной Корее и Англии возрос интерес к очертаниям береговых линий и возможностям создания на них энергоустановок. В этих странах стали всерьез подумывать об использовании энергии приливов волн и выделять средства на научные исследования в этой области, планировать их.

Бакены и маяки, использующие энергию волн, уже усеяли прибрежные воды Японии. В течение многих лет бакены - свистки береговой охраны США действуют благодаря волновым колебаниям. Сегодня вряд ли существует прибрежный район, где не было бы своего собственного изобретателя, работающего над созданием устройства, использующего энергию волн. Начиная с 1966 года два французских города полностью удовлетворяют свои потребности в электроэнергии за счет энергии приливов и отливов.

Получение энергии за счет разности химического состава воды

В океане растворено огромное количество солей. Может ли соленость быть использована, как источник энергии? Может. Большая концентрация соли в океане навела ряд исследователей Скриппского океанографического института в Ла-Колла (Калифорния) и других центров на мысль о создании таких установок. Они считают, что для получения большого количества энергии вполне возможно сконструировать батареи, в которых происходили бы реакции между соленой и несоленой водой.

Энергия биомассы океана

В океане существует замечательная среда для поддержания жизни, в состав которой входят питательные вещества, соли и другие минералы. В этой среде растворенный в воде кислород питает всех морских животных от самых маленьких до самых больших, от амебы до акулы. Растворенный углекислый газ точно так же поддерживает жизнь всех морских растений от одноклеточных диатомовых водорослей до достигающих высоты 200-300 футов (60-90 метров) бурых водорослей. Морскому биологу нужно сделать лишь шаг вперед, чтобы перейти от восприятия океана как природной системы поддержания жизни к попытке начать на научной основе извлекать из этой системы энергию. При поддержке военно-морского флота США в середине 70-х годов группа специалистов в области исследования океана, морских инженеров и водолазов создала первую в мире океанскую энергетическую ферму на глубине 40 футов (12 метров) под залитой солнцем гладью Тихого океана вблизи города Сан-Клемент. Ферма была небольшая, по сути своей, все это было лишь экспериментом. На ферме выращивались гигантские калифорнийские бурые водоросли. По мнению директора проекта доктора Говарда А. Уилкокса, сотрудника Центра исследования морских и океанских систем в Сан-Диего (Калифорния), "до 50 % энергии этих водорослей может быть превращено в топливо - в природный газ метан (С2Н6). Океанские фермы будущего, выращивающие бурые водоросли на площади примерно 100 000 акров (40 000 га), смогут давать энергию, которой хватит, чтобы полностью удовлетворить потребности американского города с населением в 50 000 человек".

Энергия океанских течений

Не так давно группа ученых океанологов обратила внимание на тот факт, что Гольфстрим несет свои воды вблизи берегов Флориды со скоростью 5 миль в час. Идея использовать этот поток теплой воды была весьма заманчивой. Возможно ли это? Смогут ли гигантские турбины и подводные пропеллеры, напоминающие ветряные мельницы, генерировать электричество, извлекая энергию из течений и воли? "Смогут" - таково в 1974 году было заключение Комитета Мак-Артура, находящегося под эгидой Национального управления по исследованию океана и атмосферы в Майами (Флорида). Общее мнение заключалось в том, что имеют место определенные проблемы, но все они могут быть решены в случае выделения ассигнований, так как "в этом проекте нет ничего такого, что превышало бы возможности современной инженерной и технологической мысли".

Термальная энергия океана

Большое внимание приобрела "океанотермическая энергоконверсия" (ОТЭК), т.е. получение электроэнергии за счет разности температур между поверхностными и засасываемыми насосом глубинными океанскими водами, например при использовании в замкнутом цикле турбины таких легкоиспаряющихся жидкостей как пропан, фреон или аммоний.

Температура воды океана в разных местах различна. Между тропиком Рака и тропиком Козерога поверхность воды нагревается до 82 градусов по Фаренгейту (27 C). На глубине в 2000 футов (600 метров) температура падает до 35,36,37 или 38 градусов по Фаренгейту (2-3,5 С). Возникает вопрос: есть ли возможность использовать разницу температур для получения энергии? Могла бы тепловая энергоустановка, плывущая под водой, производить электричество? Да, и это возможно. В далекие 20-е годы нашего столетия Жорж Клод, одаренный, решительный и весьма настойчивый французский физик, решил исследовать такую возможность. Выбрав участок океана вблизи берегов Кубы, он сумел-таки после серии неудачных попыток получить установку мощностью 22 киловатта. Это явилось большим научным достижением и приветствовалось многими учеными. Используя теплую воду на поверхности и холодную на глубине и создав соответствующую технологию, мы располагаем всем необходимым для производства электроэнергии, уверяли сторонники использования тепловой энергии океана. "Согласно нашим оценкам, в этих поверхностных водах имеются запасы энергии, которые в 10 000 раз превышают общемировую потребность в ней". "Увы, - возражали скептики, - Жорж Клод получил в заливе Матансас всего 22 киловатта электроэнергии. Дало ли это прибыль?" Не дало, так как, чтобы получить эти 22 киловатта, Клоду пришлось затратить 80 киловатт на работу своих насосов. Сегодня профессор Скриппского института океанографии Джон Исаакс делает вычисления более аккуратно. По его оценкам, современная технология позволит создавать энергоустановки, использующие для производства электричества разницу температур в океане, которые производили бы его в два раза больше, чем общемировое потребление на сегодняшний день. Это будет электроэнергия, производимая электростанцией, преобразующей термальную энергию океана (ОТЕС). Конечно, это - прогноз ободряющий, но даже если он оправдается, результаты не помогут разрешению мировых энергетических проблем.

Внутренняя энергия молекул воды

Конечно, доступ к запасам электроэнергии ОТЕС предоставляет великолепные возможности, но (по крайней мере, пока) электричество не поднимает в небо самолеты, не будет двигать легковые и грузовые автомобили и автобусы, не поведет корабли через моря. Однако самолеты и легковые автомобили, автобусы и грузовики могут приводиться в движение газом, который можно извлекать из воды, а уж воды-то в морях достаточно. Этот газ - водород, и он может использоваться в качестве горючего. Водород - один из наиболее распространенных элементов во Вселенной. В океане он содержится в каждой капле воды. Помните формулу воды? Формула HOH значит, что молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Извлеченный из воды водород можно сжигать как топливо и использовать не только для того, чтобы приводить в движение различные транспортные средства, но и для получения электроэнергии. Все большее число химиков и инженеров с энтузиазмом относится к "водородной энергетике" будущего, так как полученный водород достаточно удобно хранить: в виде сжатого газа в танкерах или в сжиженном виде в криогенных контейнерах при температуре 423 градуса по Фаренгейту (-203 С).

Его можно хранить и в твердом виде после соединения с железо-титановым сплавом или с магнием для образования металлических гидридов. После этого их можно легко транспортировать и использовать по мере необходимости. Еще в 1847 году французский писатель Жюль Верн, опередивший свое время, предвидел возникновение такой водородной экономики. В своей книге "Таинственный остров" он предсказывал, что в будущем люди научатся использовать воду в качестве источника для получения топлива. "Вода, - писал он, - представит неиссякаемые запасы тепла и света". Со времен Жюля Верна были открыты методы извлечения водорода из воды. Один из наиболее перспективных из них - электролиз воды. Через воду пропускается электрический ток, в результате чего происходит химический распад. Освобождаются водород и кислород, а жидкость исчезает. В 60-е годы специалистам из НАСА удалось столь успешно осуществить процесс электролиза воды и столь эффективно собирать высвобождающийся водород, что получаемый таким образом водород использовался во время полетов по программе "Аполлон".

Таким образом, в океане, который составляет 71 процент поверхности планеты, потенциально имеются различные виды энергии - энергия волн и приливов; энергия химических связей газов, питательных веществ, солей и других минералов; скрытая энергия водорода, находящегося в молекулах воды; энергия течений, спокойно и нескончаемо движущихся в различных частях океана; удивительная по запасам энергия, которую можно получать, используя разницу температур воды океана на поверхности и в глубине, и их можно преобразовать в стандартные виды топлива. Такие количества энергии, многообразие ее форм гарантируют, что в будущем человечество не будет испытывать в ней недостатка. В то же время не возникает необходимости зависеть от одного - двух основных источников энергии, какими, например, являются давно использующиеся ископаемые виды топлива и ядерного горючего, методы получения которого были разработаны недавно.

Более того, в миллионах прибрежных деревень и селений, не имеющих сейчас доступа к энергосистемам, будет тогда возможно улучшить жизненные условия людей. Жители тех мест, где на море бывает сильное волнение, смогут конструировать и использовать установки для преобразования энергии волн. Живущие вблизи узких прибрежных заливов, куда во время приливов с ревом врывается вода, смогут использовать эту энергию. Для всех остальных людей энергия океана в открытом водном пространстве будет преобразовываться в метан, водород или электричество, а затем передаваться на сушу по кабелю или на кораблях. И вся эта энергия таится в океане испокон веков.

Не используя ее, мы тем самым попросту ее расточаем. Разумеется, трудно даже представить себе переход от столь привычных, традиционных видов топлива - угля, нефти и природного газа - к незнакомым, альтернативным методам получения энергии. Разница температур? Водород, металлические гидриды, энергетические фермы в океане? Для многих это звучит как научная фантастика. И тем не менее несмотря на то, что извлечение энергии океана находятся на стадии экспериментов и процесс ограничен и дорогостоящ, факт остается фактом, что по мере развития научно-технического прогресса энергия в будущем может в значительной степени добываться из моря. Когда - зависит от того, как скоро эти процессы станут достаточно дешевыми. В конечном итоге дело упирается не в возможность извлечения из океана энергии в различных формах, а в стоимость такого извлечения, которая определит, насколько быстро будет развиваться тот или иной способ добычи. Когда бы это время ни наступило, переход к использованию энергии океана принесет двойную пользу: сэкономит общественные средства и сделает более жизнеспособной третью планету Солнечной системы - нашу Землю.

Впервые удар по общественному карману был нанесен в 1973 году подъемом цен на ископаемые виды топлива. Особенно возросли цены на нефть - основной вид топлива в XX веке, используемый в промышленности, сельском хозяйстве, для отопления. Вслед за этим произошло повышение уровня инфляции, а поскольку научные исследования и эксперименты тоже требуют ассигнований, поиски новых видов топлива подняли цены еще выше. Ископаемые виды топлива истощаются, мы вынуждены их экономить и увеличивать энергообеспечение за счет строительства ядерных реакторов, которые требуют значительных финансовых затрат и вызывают опасения у людей, живущих вблизи. Конечно, энергопотребление снизится, если быть более экономными. В США, население которых составляет 5,3 % от общемирового и где используется 35 % всех видов ископаемого топлива и гидроэлектроэнергии мира, потребление энергии может быть легко снижено до 30-32 % , а то и до 25 %.

Существует даже мнение, что по справедливости Соединенные Штаты должны снизить потребление энергии до 5,3 %. Экономика, однако, лишь одна сторона дела. Другая сторона относится к странам развивающимся, которые стараются достичь уровня жизни промышленно развитых стран, определяющегося использованием большого количества энергии. Сегодня народы Азии, Африки и Латинской Америки стремятся перейти от общества, в котором используется в основном физический труд, к обществу с развитой индустрией. Для того чтобы удовлетворить потребность в равноправном распределении дешевой энергии между всеми странами, потребуется такое ее количество, которое, возможно, в тысячи раз превысит сегодняшний уровень потребления, и биосфера уже не справится с загрязнением, вызываемым использованием обычных видов топлива. Тем не менее, президент Института исследований в области электроэнергии в Пало-Альто (Калифорния) Чонси Старр полагает: "Необходимо признать, что мировое потребление энергии будет развиваться именно в этом направлении и так быстро, как только позволят политические, экономические и технические факторы". Так как соревнование за обладание истощающимися видами топлива обостряется, расход общественных средств будет расти. Рост этот продолжится, так как необходимо бороться с загрязнением воздуха и воды, теплотой, выделяющейся при сгорании ископаемых видов топлива.

Но стоит ли волноваться в поисках новых источников ископаемого топлива? Зачем дискутировать по вопросу о строительстве ядерных реакторов? Океан наполнен энергией, чистой, безопасной и неиссякаемой. Она там, в океане, только и ждет высвобождения. И это - преимущество номер один. Второе преимущество заключается в том, что использование энергии океана позволит Земле быть в дальнейшем обитаемой планетой.

Можно воспользоваться другим вариантом, предусматривающим увеличение использования органических и ядерных видов топлива. Это, по мнению некоторых специалистов, может привести к катастрофе: в атмосферу станет выделяться слишком большое количество углекислого газа и теплоты, что грозит смертельной опасностью человечеству. "Пустяки, - усмехаются скептики. - Мы постоянно совершенствуем воздушные фильтры и очистные сооружения. Еще год-два и фабричные дымовые трубы будут выпускать практически чистый воздух. Разве мы не очищаем выхлопные газы автомобилей? Скоро вы вообще забудете, что такое пары двуокиси серы". Тем не менее углекислый газ и теплота, выделяемые в атмосферу дымовыми трубами фабрик и других промышленных предприятий, а иногда и большими многоквартирными комплексами, которые используют ископаемые виды топлива, внушают большое беспокойство.

Но кто заметит, что в воздухе стало больше углекислого газа? Он бесцветен и не имеет запаха. Он пузырится в прохладительных напитках. А кто заметит постепенное, медленное повышение атмосферной температуры Земли на один, два или три градуса по Фаренгейту? Заметит планета, когда углекислый газ через некоторое время окутает ее подобно одеялу, которое перестанет пропускать избыточное тепло в космос. Жак Кусто, пионер освоения и исследования океана, считает: "Когда концентрация углекислого газа достигнет определенного уровня, мы окажемся как будто в парнике". Это значит, что теплота, выделяемая Землей, будет задерживаться под слоем стратосферы. Накапливающееся тепло повысит общую температуру.

А увеличение ее даже на один, два или три градуса по Фаренгейту приведет к таянию ледников. Миллионы тонн растаявшего льда поднимут уровень морей на 60 метров. Города на побережье и в долинах больших рек окажутся затопленными. По данному вопросу, как и по многим другим, ученые разделились на два лагеря. В одном лагере считают, что утолщающееся одеяло углекислого газа вызовет повышение температуры и приведет к таянию ледников, то есть, по определению доктора Говарда Уилкокса, превратить Землю в парник. Сторонники другого лагеря полагают, что то же самое одеяло будет преграждать путь теплу, излучаемому солнцем, что станет причиной наступления новой эры оледенения. Итак, что же человечество должно делать?

Будем ли мы истощать остатки ископаемого топлива, строить все большее число ядерных реакторов, рискуя изменить температуру атмосферы, или же обратимся к океану - кладезю неиссякаемой энергии - и будем искать способ извлечения этой энергии для достижения наших целей - вот в чем заключается вопрос. Накануне вступления в 21 век ученые-океанологи призывают прекратить пустые дискуссии и отказаться от надежды на то, что "технологическое развитие разрешит все проблемы на суше". Они хотят обратить внимание общества на океан, который заряжается энергией внеземного происхождения, энергией доступной, не загрязняющей окружающую среду и возобновляемой.

При современных темпах научно-технического прогресса существенные сдвиги в океанской энергетике должны произойти в ближайшие десятилетия. Океан наполнен внеземной энергией, которая поступает в него из космоса. Она доступна и безопасна, и не загрязняет окружающую среду, неиссякаема и свободна. Из космоса поступает энергия Солнца. Она нагревает воздух и образует ветры, вызывающие волны. Она нагревает океан, который накапливает тепловую энергию. Она приводит в движение течения, которые в то же время меняют свое направление под воздействием вращения Земли. Из космоса же поступает энергия солнечного и лунного притяжения. Она является движущей силой системы Земля - Луна и вызывает приливы и отливы. Океан - это не плоское, безжизненное водное пространство, а огромная кладовая беспокойной энергии. Здесь плещут волны, рождаются приливы и отливы, пересекаются течения, и все это наполнено энергией.

Некоторые из предлагавшихся океанских энергетических установок могут быть реализованы, и стать рентабельными уже в настоящее время. Вместе с тем следует ожидать, что творческий энтузиазм, искусство и изобретательность научно-инженерных работников улучшить существующие и создадут новые перспективы для промышленного использования энергетических ресурсов Мирового океана.

ЭНЕРГИЯ БИОМАССЫ

К биомассе, кроме уже упомянутых водорослей, можно также отнести и продукты жизнедеятельности домашних животных. Так, 16 января 1998 года в газете “Санкт Петербургские Ведомости” была напечатана статья, под названием “Электричество... из куриного помёта” в которой говорилось о том, что находящаяся в финском городе Тампере дочерняя фирма международного норвежского судостроительного концерна Kvaerner стремится получить поддержку ЕС для сооружения в британском Нортхэмптоне электростанции, действующей... на курином помете. Проект входит в программу ЕС Thermie, которая предусматривает развитие новых, нетрадиционных, источников энергии и методов сбережения энергетических ресурсов. Комиссия ЕС распределила 13 января 140 млн. ЭКЮ среди 134 проектов.

Спроектированная финской фирмой силовая установка будет сжигать в топках 120 тысяч тонн куриного помета в год, вырабатывая 75 млн. киловатт-часов энергии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За время существования нашей цивилизации много раз происходила смена традиционных источников энергии на новые, более совершенные. И не потому, что старый источник был исчерпан. Солнце светило и обогревало человека всегда: и тем не менее однажды люди приручили огонь, начали жечь древесину. Затем древесина уступила место каменному углю. Запасы древесины казались безграничными, но паровые машины требовали более калорийного "корма". Но и это был лишь этап. Уголь вскоре уступает свое лидерство на энергетическом рынке нефти. И вот новый виток: в наши дни ведущими видами топлива пока остаются нефть и газ. Но за каждым новым кубометром газа или тонной нефти нужно идти все дальше на север или восток, зарываться все глубже в землю. Немудрено, что нефть и газ будут с каждым годом стоить нам все дороже. Замена? Нужен новый лидер энергетики.

Им, несомненно, станут ядерные источники. Запасы урана, если, скажем, сравнивать их с запасами угля, вроде бы не столь уж и велики. Но зато на единицу веса он содержит в себе энергии в миллионы раз больше, чем уголь. А итог таков: при получении электроэнергии на АЭС нужно затратить, считается, в сто тысяч раз меньше средств и труда, чем при извлечении энергии из угля. И ядерное горючее приходит на смену нефти и углю... Всегда было так: следующий источник энергии был и более мощным. То была, если можно так выразиться, "воинствующая" линия энергетики. В погоне за избытком энергии человек все глубже погружался в стихийный мир природных явлений и до какой-то поры не очень задумывался о последствиях своих дел и поступков. Но времена изменились. Сейчас, в конце 20 века, начинается новый, значительный этап земной энергетики. Появилась энергетика "щадящая". Построенная так, чтобы человек не рубил сук, на котором он сидит. Заботился об охране уже сильно поврежденной биосферы. Несомненно, в будущем параллельно с линией интенсивного развития энергетики получат широкие права гражданства и линия экстенсивная: рассредоточенные источники энергии не слишком большой мощности, но зато с высоким КПД, экологически чистые, удобные в обращении. Яркий пример тому - быстрый старт электрохимической энергетики, которую позднее, видимо, дополнит энергетика солнечная. Энергетика очень быстро аккумулирует, ассимилирует, вбирает в себя все самые новейшие идей, изобретения, достижения науки. Это и понятно: энергетика связана буквально со Всем, и Все тянется к энергетике, зависит от нее.

Поэтому энергохимия, водородная энергетика, космические электростанции, энергия, запечатанная в антивеществе, кварках, "черных дырах", вакууме, -это всего лишь наиболее яркие вехи, штрихи, отдельные черточки того сценария, который пишется на наших глазах и который можно назвать Завтрашним Днем Энергетики. Лабиринты энергетики. Таинственные переходы, узкие, извилистые тропки. Полные загадок, препятствий, неожиданных озарений, воплей печали и поражений, кликов радости и побед. Тернист, непрост, непрям энергетический путь человечества. Но мы верим, что мы на пути к Эре Энергетического Изобилия и что все препоны, преграды и трудности будут преодолены. Рассказ об энергии может быть бесконечен, неисчислимы альтернативные формы ее использования при условии, что мы должны разработать для этого эффективные и экономичные методы. Не так важно, каково ваше мнение о нуждах энергетики, об источниках энергии, ее качестве, и себестоимости. Нам, по-видимому, следует лишь согласиться с тем, что сказал ученый мудрец, имя которого осталось неизвестным: "Нет простых решений, есть только разумный выбор".