



3

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ДОКЛАД

## Энергетика: новая эпоха

Кэртис Мур

Вскоре после того, как в мире произошли два переворота в области использования энергии – от дерева к углю в XIX веке и от угля к нефти в XX веке, имеющиеся в нашем распоряжении свидетельства указывают на то, что по мере приближения к будущему грянет еще один переворот. Похоже, мир стоит на пороге новой эпохи, связанной с использованием передовых технологий и новых разновидностей топлива. Несмотря на то, что такие перемены вряд ли произойдут в одночасье, налицо явные признаки того, что они на подходе. Вопрос состоит в том, насколько масштабными они окажутся и сколь быстро будут осуществляться: примет ли переворот в области использования энергии форму технологической революции или сведется всего лишь к технологической эволюции?

### **РЕВОЛЮЦИЯ ИЛИ ЭВОЛЮЦИЯ?**

Если грянет революция, то мир вскоре станет свидетелем иных, принципиально новых способов выработки и использования энергии. К примеру, выработка электроэнергии может осуществляться при помощи энергии ветра или солнца, которые не наносят никакого ущерба состоянию окружающей среды, затем использоваться в целях выработки водорода, который, в свою очередь, будет употребляться для питания энергией промышленных предприятий, доменных печей и автомобилей, не наносящих ущерба окружающей среде, а, возможно, даже морских судов и

самолетов. Крыши домов будут покрываться специальными панелями, которые вырабатывают энергию под воздействием солнечных лучей, а фермеры наряду с урожаями полей будут пожинать урожай, принимающий форму электроэнергии, полученной в результате использования ветряных мельниц и, таким образом, даже в самых отдаленных уголках земного шара будут знать, что такое механическое охлаждение и свет. Сверхмощные, небольшие по весу, экологически чистые и работающие на возобновляемых источниках энергии легковые автомобили будут сновать по дорогам наряду с грузовыми автомобилями и поездами, которые по маневренности и скорости движения сравнимы с полетом пули.

Если этот процесс, в конечном счете, обернется эволюционным путем развития, то, может статься, мир пойдет по пути дальнейшего использования тех видов топлива, которые наносят вред состоянию окружающей среды, – угля, нефти и природного газа, но при этом будут использоваться новые, более чистые и эффективные способы их расходования. Возможно повышение эффективности работы как легковых автомобилей, так и электростанций в два, а то и три раза при одновременном сокращении на 90 процентов вредных выбросов в атмосферу. Сверхизолированные от воздействий извне жилые и служебные помещения, сверхэффективные электрические лампочки и двигатели, конвейерные линии на производстве,

управление которыми осуществляется при помощи компьютеров, могут привести к снижению объемов потребления энергии и, вследствие этого, уровня загрязненности окружающей среды на 75 процентов. Вместо того, чтобы строить в жилых домах, офисах и даже в отдаленных деревнях печи и кондиционеры, в них следует предусмотреть топливные элементы – компактные, бесшумные, максимально безопасные для чистоты окружающей среды устройства, которые обеспечивают выработку энергии химическим способом, а побочными продуктами этого процесса являются совершенно чистая вода и тепло, в то время как загрязнение атмосферы либо сведено к минимуму, либо отсутствует вообще. Легковые и грузовые автомобили продолжали бы использовать получаемые в результате переработки нефти бензин или дизельное топливо, но представляли бы собой «экологически чистые» образцы, практически не наносящие ущерба окружающей среде, благодаря растущей конкуренции со стороны природного газа, метанола и прочих более чистых видов топлива.

### **ВЕРШИНА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АЙСБЕРГА**

Точного ответа на вопрос, какому из двух вышеприведенных вариантов развития будет отдано в мире предпочтение или же будет решено испробовать тот и другой одновременно, не следует ожидать еще несколько лет. Однако уже отчетливо

вырисовываются изменения в этой области, что вызвано быстрым ростом численности населения земного шара с одновременным, причем еще более ускоренным, повышением его жизненного уровня. Во всем мире наблюдается рост объема потребления энергии и, наряду с этим, уровня загрязненности атмосферы и перенаселенности. В качестве ответного шага в научных лабораториях и компаниях идет работа над созданием передовых в техническом отношении методов выработки и использования энергии, знакомство с которыми может иной раз повергнуть неискушенного читателя в замешательство. Работа в данном направлении ведется, разумеется, главным образом небольшими компаниями, однако, на этом специализируются и некоторые из крупных корпораций. Следует, на наш взгляд, принять во внимание следующие обстоятельства:

- Практически все крупнейшие автомобилестроительные компании мира, начиная «Дженерал моторс» и кончая «Тойотой», равно как и Токийская электроэнергетическая компания, которая принадлежит своим инвесторам, специализируется на предоставлении коммунальных услуг и обслуживает, по приблизительным данным, 25 миллионов клиентов, – пошли по пути создания экспериментальных образцов легковых и грузовых автомобилей, работающих на электроэнергию. Модели автомобилей, приводимых в действие водородом, продемонстрированы компаниями БМВ, «Мерседес» и «Мазда». К числу преимуществ моделей, разработанных такими компаниями, как «Вольво» и «Тойота», относятся сверхмощные и при этом сверхлегкие корпуса, износостойкие покрышки, высокоэкономичные двигатели и прочие передовые технологические новинки, что позволяет им расходовать на 38 километров пробега всего один литр обычного бензина или дизельного топлива.

- «Асеа Браун Бовери» (АББ), шведско-германско-швейцарский конгломерат, одна из крупнейших машиностроительных фирм в мире, торгует технологическим оборудованием для электростанций, обеспечивающим сжигание угля при одновременном сокращении загрязнения окружающей среды на 90 процентов. Такие электростанции построены в Швеции, Испании и Соединенных Штатах. Конкурентная технология создается фирмой «Лурджи». Существует еще третья, и продвижением двух ее различных версий на рынок занимаются конкуренты в лице

двух нефтяных компаний – «Тексако» и «Шелл».

- Для тех, кто отдает предпочтение природному газу, благодаря разработанным компанией «Дженерал электрик» (ДЭ) системам «комбинированного цикла», названным так потому, что они обеспечивают выработку энергии путем соединения как паровых, так и газовых турбин в единое целое, закладывается основа создания самых экологически чистых и экономичных в мире крупных электростанций. К примеру, на расположенной в Токио электростанции «Фуцзу» мощностью 2000 мегаватт, разработанные ДЭ системы комбинированного цикла функционируют во взаимодействии с системой контроля за состоянием окружающей среды, известной под названием «выборочное каталитическое восстановление» (ВКВ). На станции «Фуцзу» коэффициент эффективности при выработке электроэнергии составляет 47 процентов, что примерно на треть выше, чем в среднем на электростанции, а вредные выбросы в атмосферу равны приблизительно одной десятой части от тех, что происходят при эксплуатации других систем. В настоящее время осуществляется строительство еще более экологически чистой и экономичной станции. Не желая уступать, конкурирующие с ДЭ компании «Сименс» и «Асеа Браун Бовери» разработали собственные системы комбинированного цикла.
- Экологически чистые аэродинамические турбины, вырабатывающие энергию с аналогичными или меньшими затратами, чем уголь, можно приобрести у целого ряда американских компаний, а свыше десятка фирм торгуют элементами солнечных батарей.

- Топливные элементы, которые осуществляют химическим путем преобразование водорода или «носителей» водорода – таких, как метанол или природный газ – в электричество, устанавливаются в цехах предпродажной подготовки в Японии, Соединенных Штатах (Калифорния) и других районах земного шара. В числе материнских компаний, специализирующихся в данной области, фигурирует Международная корпорация по топливным элементам, являющаяся филиалом компании «Юнайтед технологиджиз». Сбытом прочих топливных элементов на рынке занимаются японский конгломерат «Фуджи электрик» и компания «Баллард индастриз» из г. Ванкувер (Канада).

Эти разновидности продукции представляют собой лишь вершину технологического айсберга. Буквально

сотни прочих технологических усовершенствований поступают на мировой рынок и в большинстве своем находят покупателя, одержимого стремлением приобрести товары, которые не только чище в экологическом отношении, но, зачастую, лучше, эффективнее и дешевле. Однако для того, чтобы уяснить, каким образом на рынке сейчас появляется такое разнообразие новых видов продукции, необходимо дать краткое описание того, на каком этапе своего развития находится в области энергетики в настоящее время наша планета и как обстояли дела в данной сфере в недавнем прошлом.

## НОВЫЕ УГРОЗЫ БУДУЩЕМУ ЭНЕРГЕТИКИ

Нависшая над окружающей средой угроза, приковавшая к себе внимание всего мира и придавшая новый импульс наблюдающемуся в настоящее время беспрецедентному технологическому взрыву, состоит в глобальном потеплении, вызванном повышением температуры на земном шаре в результате загрязнения атмосферы, прежде всего под воздействием углекислого газа. Хотя в большинстве своем ученые сходятся в том, что в предстоящем десятилетии, и даже в более долгосрочной перспективе, безусловное определение парникового эффекта, заметно обострившегося в последнее время, маловероятно, они все же выступили с нехарактерными для них мрачными предупреждениями о том, что, если ждать, пока масштабы парникового эффекта будут измерены, могут произойти глубокие, необратимые изменения. Чтобы подобные изменения предупредить, миру необходимо сосредоточить свои усилия на трех основных направлениях:

**Рост численности населения.** На протяжении многих веков неуклонный рост численности населения был единственным фактором, остававшимся постоянным на фоне изменений, происходивших в мире. С 1950 года его численность возросла вдвое, увеличившись с 2,5 миллиардов до, примерно, 5,2 миллиардов человек. Главным образом, этот рост достигнут за счет развивающихся стран. Например, в 1990 году 77 процентов, или 4,1 миллиарда человек, от общей численности населения земного шара проживали в развивающихся странах. Судя по всему, соотношение между численностью населения развивающихся и промышленно развитых стран будет и впредь расти в сторону увеличения первого показателя, так как рост численности населения в промышленно развитых странах принял

относительно умеренные темпы. К примеру, численность населения Германии и ряда других стран вообще не растет, в то время как темпы прироста населения в менее развитых странах выше в три-пять раз. Согласно прогнозам, в течение ближайших тридцати лет численность населения промышленно развитых стран возрастет примерно на 150 миллионов человек, а населения развивающихся стран – приблизительно на 3 миллиарда.

Важно то, что в развивающихся странах в настоящее время гораздо больше молодежи. По мере того как молодые люди будут взрослеть, то есть достигать возраста, в котором можно иметь детей, численность населения станет еще больше возрастать, а наряду с ней будет возрастать и потребление энергии, так как одновременно они будут обзаводиться отдельными домами, приобретать транспортные средства и использовать бытовые электроприборы, потребляющие энергию, такие как холодильники.

**Рост потребления.** Наряду с ростом численности населения земного шара растет и жизненный уровень, а также спрос на виды продукции, связанные с потреблением энергии, что, в свою очередь, оборачивается загрязнением окружающей среды. В промышленно развитых странах, таких как Соединенные Штаты, во многом рост уровня потребления энергии связан с использованием более крупных по размеру или менее экономичных бытовых приборов, к примеру, двухкамерных холодильников большей емкости или легковых машин с более мощными двигателями. В развивающихся странах рост объемов потребляемой энергии связан с распространением технологий и видов продуктов, которые в промышленно развитых странах принято считать само собой разумеющимися: легковых машин, холодильников, кипятильников и кондиционеров.

Таким образом, количество предметов, потребляющих энергию и ведущих прямо или косвенно к загрязнению окружающей среды, растет гораздо более высокими темпами, чем численность населения. Скажем, в 1950 году на дорогах насчитывалось около 70 миллионов различных транспортных средств. Сегодня это число составляет около 550 миллионов, то есть налицо восьмикратное увеличение показателя. За тот же период численность населения возросла всего в два раза, из чего следует, что рост количества транспортных средств происходил вчетверо быстрее, чем рост

народонаселения. В результате, за исключением непродолжительных перерывов, вызванных нефтяными кризисами – сначала в 1973–1975 годах, а затем в 1979–1982 годах, – объем вырабатываемой в мире энергии неуклонно возрастал на протяжении последних двадцати лет и в настоящее время примерно на 50 процентов превышает уровень 70-х годов. Свыше 90 процентов вырабатываемой энергии приходится на долю угля, нефти и газа. По-прежнему львиная доля потребляемой энергии приходится на промышленно развитые страны, где ее расход в расчете на душу населения примерно в десять раз больше, чем в развивающихся странах.

Одна из причин такого дисбаланса заключается в том, что в промышленно развитых странах наблюдается возрастание спроса на более крупное по размерам и комфортабельное жилье. В Европе, Северной Америке и Японии, начиная с 1972 года, количество индивидуальных домов увеличивается темпами от 1,1 до 1,9 процента в год. Индивидуальные дома стали больше и по размеру: с 1972 по 1987 год темпы роста жилой площади в расчете на одного человека составляли ежегодно от 1,4 до 2,1 процента. Кроме того, жилища теперь более благоустроены: количество домов, оборудованных центральным отоплением, также возросло. Если в 1972 году на их долю приходилось около 40 процентов от общего числа, то в 1987 году этот показатель в Германии, Франции, Италии и Великобритании составил уже 70 процентов. Холодильники и морозильники стали больше по габаритам, в обиход вошли и новые бытовые приборы. Во Франции, к примеру, несмотря на то, что до 1985 года сушилки для белья были там, если верить словам одного эксперта, «практически неизвестны», в настоящее время они распродаются бешеными темпами – примерно по 500 000 штук в год.

И все же, поскольку в большинстве промышленно развитых стран по пути ведения наступательных кампаний за экономии энергии после нефтяных кризисов, разразившихся в 70-х и 80-х годах, пятидесятипроцентный рост объема потребляемой энергии, наблюдавшийся на протяжении последних двух десятилетий, пришелся на развивающиеся страны. Так с 1970 года совокупное потребление энергии в торгово-промышленных целях возросло почти в три раза и, как ожидается, к 2025 году возрастет еще во столько же. Львиная доля этого роста приходится на уголь и нефть. Несмотря на форсированное и резкое увеличение

уровня городского потребления энергии в развивающихся странах, население большинства сельских районов по-прежнему в процессе приготовления пищи, обогрева и освещения жилищ делает ставку на дрова, отходы жизнедеятельности животных и растений и древесный уголь. При выполнении других задач, скажем, орошении сельскохозяйственных угодий или обработки земель, в большинстве своем 2,5-миллиардное население мира, проживающее в сельской местности, должно опираться на домашний скот и на свои физические силы.

**Растущее загрязнение окружающей среды.** По мере того, как принявший угрожающие масштабы рост численности населения и процесс индустриализации поражающую одну развивающуюся страну за другой, крупные города стали превращаться в источники загрязнения окружающей среды. Например, в Афинах уровень смертности в наиболее неблагоприятных в экологическом отношении дни возрастает на целых 500 процентов. В Мехико, где, по мнению многих, самый загрязненный воздух в мире, уровень озона или «смога» в атмосфере, как правило, второе превышает уровень, который Всемирная организация здравоохранения рекомендует поддерживать, считая его безопасным для здоровья. Отчасти такой уровень загрязненности вызван деятельностью расположенных в городе 36 000 промышленных предприятий, но примерно 80 процентов загрязненного воздуха выбрасывается в атмосферу из выхлопных труб 3 миллионов легковых и грузовых автомобилей, ежедневно потребляющих 19 миллионов литров низкокачественного бензина с повышенным содержанием свинца.

По подсчетам Всемирной организации здравоохранения, 70 процентов населения земного шара, проживающего в городах, дышит воздухом, который, по крайней мере временами, пагубно отражается на состоянии здоровья, а еще 10 процентов вдыхают воздух, который лишь с большой натяжкой можно назвать «безопасным». Анализ проб сернистого ангидрида и частичек соли серной кислоты, которые возникают в результате сгорания серосодержащих видов топлива ископаемого происхождения, например, угля, показал, что эти вредные вещества ведут к повышению заболеваемости детей легочными заболеваниями и снижают сопротивляемость детского организма в зимнее время года.

С 1979 по 1985 год, по данным 8 из 10 контрольно-измерительных станций Китая, в стране наблюдалось

увеличение уровня загрязненности атмосферы серой. В некоторых из этих мест уровень концентрации в три-пять раз превышал тот, что был обнаружен в любой точке североамериканского континента. Похожие, хотя и не столь вопиющие условия, преобладают, в частности, в Дели, Джакарте, Тегеране, Маниле и Бангкоке.

Загрязненность окружающей среды достигает опасно высокого уровня также в ряде промышленно развитых стран. Например, в польском городе Кракове сложенным из камня памятникам и зданиям наносится такой ущерб, что, по некоторым оценкам, камень буквально «тает». В отдельных районах бывшей Чехословакии леса попросту вымерли. Озон и кислотные дожди, помимо всего прочего, привели к вымиранию лесов во многих других районах Европы и Северной Америки.

Даже в районах, далеко отстоящих от объектов промышленного назначения, загрязнение атмосферы может оборачиваться неблагоприятными последствиями. К примеру, в африканской сельве, если судить по сообщениям ученых, уровень кислотных дождей и смога столь же высок, как и в Центральной Европе, что, возможно, вызвано регулярным выжиганием лугов и пастбищ до полного обнажения земли.

## **КАК БОРОТЬСЯ С НОВЫМИ УГРОЗАМИ**

Испытывая беспокойство перед лицом новых угроз, которые принимают все более серьезный характер, и в связи с сохраняющейся зависимостью от нефтяных запасов Ближнего Востока, руководители различных стран мира уже приступили к поиску путей решения данных проблем.

**Рациональное природопользование.** Путем повышения эффективности использования энергии можно добиться снижения совокупного уровня ее потребления в обществе и тем самым сократить выбросы вредных веществ в атмосферу. В результате нефтяных кризисов, которые разразились в 70-е годы, потребление энергии в промышленно развитых странах претерпело серьезные изменения. В большинстве развитых стран было форсировано принятие на вооружение долгосрочных программ, нацеленных на снижение потребления нефти, повышение эффективности в использовании энергии и разработку источников энергии, не связанных с переработкой нефти. В результате впервые в истории человечества экономическое развитие оказалось не поставлено в прямую зависимость от уровня потребления энергии.

Экономика отдельных стран, таких как Япония, стала развиваться, в то время как уровень потребления энергии в них снизился. Количество энергии, необходимой для производства одной условной единицы валового национального продукта, сократилось на 25 процентов в странах-членах Организации экономического сотрудничества и развития. В некоторых государствах этот показатель уменьшился еще значительнее: так, в Японии, Дании и Великобритании интенсивность использования энергии сократилась на 30 процентов.

Во многом такая политика привела к желаемым результатам: в 70-е годы наблюдался медленный рост объема импорта нефти, а в 80-е годы этот показатель стал снижаться. Исключениями из этой тенденции стали Япония, где импорт нефти возрос в чистом выражении на 15 процентов, и Соединенные Штаты, где импорт нефти почти удвоился. Впрочем, снижение уровня импорта нефти произошло не только в результате рационального природопользования. Возросла, по крайней мере на первоначальном этапе, добыча угля, но, возможно, не столь резко, как можно было рассчитывать.

**Более чистые виды топлива.** Уровень выброса вредных веществ в атмосферу можно сократить за счет использования более чистых и менее вредных в экологическом отношении видов топлива. Несмотря на истощение запасов нефти и наблюдающееся в мире изобилие угля, с 1970 года его потребление возросло всего-навсего на 22 процента, что составляет менее 50 процентов от темпов роста использования энергии в мире. Аналогичным образом, потребление второго наиболее опасного с точки зрения загрязнения окружающей среды вида топлива ископаемого происхождения – нефти – значительно сократилось, несмотря на то, что в середине 80-х годов произошло падение ее стоимости в реальном выражении. Напротив, потребление природного газа, который является наиболее чистым видом топлива ископаемого происхождения, неуклонно возрастало и в настоящее время вышло приблизительно на один уровень с потреблением угля. Во многом рост уровня потребления угля вызван тем, что он используется в процессе выработки еще более безопасного в экологическом отношении конечного продукта – электричества как источника энергии. Благодаря возможности гибкого подхода к использованию электричества и отсутствию загрязнения

окружающей среды на стадии его использования, с 1973 года потребление электроэнергии увеличилось почти на 50 процентов. В значительной степени этот прирост был достигнут за счет угля, хотя произошел и прирост объема потребления электроэнергии, полученной благодаря видам топлива неископаемого происхождения, особенно атомной.

В большинстве стран мира правительства также пошли по пути стимулирования перехода к возобновляемым источникам энергии, таким как геотермальная, солнечная энергия, растительная масса в качестве источника энергии и аэродинамическая энергия. В результате на долю этих экологически чистых и практически неисчерпаемых источников энергии в настоящее время приходится до 5 процентов от совокупной потребляемой энергии в таких странах, как Австралия, Австрия, Канада, Дания, Швеция и Швейцария.

**Новые технологии.** Принятие на вооружение новых технологий, которые по своей природе оказывают менее вредное воздействие на состояние окружающей среды или отличаются высокой экономичностью и, следовательно, в меньшей степени ведут к загрязнению окружающей среды, может способствовать, например, сокращению вредных выбросов с электростанций. Вместе с тем именно в процессе разработки новых технологий имевшие место в прошлом неблагоприятные факторы, связанные с использованием нефти в ущерб окружающей среде, обернулись наиболее глубокими и далеко идущими последствиями.

Имеющиеся на сегодняшний день технологии, обеспечивающие сокращение уровня потребления энергии и снижение загрязненности атмосферы, включают как контроль «в процессе подачи», то есть там, где непосредственно производится выработка энергии, так и контроль «в процессе получения», то есть там, где происходит ее потребление.

Технологии, связанные с процессом подачи энергии, можно разбить на несколько категорий: технологии сжигания или преобразования энергии, используемые на электростанциях для преобразования энергии, полученной благодаря видам топлива ископаемого происхождения, в электрическую энергию; вспомогательные технологии контроля за уровнем загрязненности окружающей среды, такие как каталитические дожигатели выхлопных газов, используемые для уменьшения окисей азота, угарного газа и углеводородов, которые содержатся в

## БОЛЬШАЯ ТРОЙКА: УГОЛЬ, ПРИРОДНЫЙ ГАЗ И НЕФТЬ

**Уголь.** Будучи самым дешевым, распространенным и грязным из трех основных видов топлива ископаемого происхождения, уголь богат углеродом, а в процессе его сжигания вырабатывается значительное количество вредных веществ, которые загрязняют окружающую среду. Несмотря на то, что уголь является не только самым грязным среди указанных выше видов топлива, но и таким, добыча которого может самым опустошительным образом сказаться на местности, остается колоссальная потребность в его использовании.

Из трех основных видов топлива ископаемого происхождения уголь наиболее широко распространен, а, судя по соотношению уровней его потребления и добычи, его запасов должно хватить на 390 лет. Свыше 60 процентов мировых запасов угля приходится на развивающиеся страны, из них 50 процентов – только на Китай. Из числа промышленно развитых стран самыми богатыми запасами угля располагают бывший Советский Союз и Соединенные Штаты – соответственно 13 и 12 процентов.

Несмотря на растущее беспокойство относительно глобального потепления климата, кислотных дождей и прочих тревожных факторов, налицо по-прежнему широкое использование угля. Страны Центральной Европы и бывший Советский Союз по-прежнему в значительной степени делают ставку на уголь, хотя его использование ведет к такому уровню загрязненности окружающей среды в городах, что, как говорят, здания и исторические памятники иной раз просто «тают» под воздействием вызываемой им коррозии.

Уголь – основной источник энергии в Польше и бывшей Чехословакии, он также является источником энергии для промышленности Болгарии. Большинство семей в этих странах, а также в Венгрии сжигают уголь для обогрева своих домов: на долю жилого сектора приходится 47 процентов всего угля, который потребляется в Польше, и 75 процентов – в Венгрии.

Что касается Востока, в Китае потребности национальной экономики в энергии на 73 процента удовлетворяются за счет угля, при этом четвертая часть всего сжигаемого угля идет на отопление жилых домов, что оборачивается повышенным уровнем загрязненности окружающей среды в городах. Среди развивающихся стран 92 процента всей добычи угля приходится на долю Китая, Индии, Южной Африки и Корейской Народно-Демократической Республики. Остальные развивающиеся страны располагают большими запасами угля, но их размеры с трудом поддаются оценке, так как на сегодняшний день их разведка ведется в более ограниченных масштабах.

**Природный газ.** На долю развивающихся и промышленно развитых стран приходится по половине мировых запасов природного газа. Из-за того, что в развивающихся странах ниже уровень добычи природного газа, судя по соотношению уровней его потребления и добычи, его запасов должно хватить на 155 лет, тогда как в промышленно развитых странах – на 39 лет. Наиболее богатыми в мире запасами природного газа располагает бывший Советский Союз, на долю которого приходится 38 процентов от общей цифры.

Природный газ вышел на первое место среди основных источников энергии в промышленно развитых странах, не являющихся членами Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), оставив позади нефть в 1983 году и уголь – в 1987 году. Такой сдвиг был вызван, главным образом, проводившейся в Советском Союзе энергетической политикой, ориентированной на сбыт, что привело к направлению финансовых ресурсов в нефтяную промышленность, в то время как в добыче угля в конце 70-х годов наметился застой, а затем – и в газовую промышленность после того, как в 80-е годы уровень добычи нефти выровнялся.

**Нефть.** Несмотря на то, что запасы нефти по-прежнему значительны, они все же меньше, чем запасы угля или природного газа. По оценкам, мировые запасы нефти составляют 124 миллиарда метрических тонн, и, если исходить из уровня добычи 1989 года, их хватит на 40 лет. На долю развивающихся стран приходится свыше 86 процентов мировых запасов, большинство которых обнаружено в странах-экспортерах нефти. Что касается промышленно развитых стран, установленные запасы нефти в них практически поровну делятся между странами-членами ОЭСР и государствами, не входящими в нее. Если судить по соотношению между уровнями добычи и потребления, то в каждой из этих групп запасов нефти хватит на немногим более 10 лет.

Во многих промышленно развитых странах до сих пор помнят нефтяные кризисы, разразившиеся в 70-х годах, чем вызваны непрекращающиеся попытки, призванные найти альтернативы нефти. В результате с 1973 года потребление нефти в большинстве промышленно развитых стран, как правило, снижалось в том, что касается выработки электроэнергии, отопления и использования энергии на промышленные нужды. В большинстве стран использование энергии для обеспечения работы транспорта также снизилось, несмотря на то, что в Соединенных Штатах оно на самом деле возросло, в результате чего страна сегодня оказалась в большей зависимости от импорта нефти, чем 20 лет назад.

Несмотря на такой спад, нефть по-прежнему остается основным источником энергии в мире. В 1989 году на ее долю приходилось приблизительно 39 процентов всей энергии, вырабатываемой в мире, далее следовали уголь (28 процентов), природный газ (21 процент), гидроэлектроэнергия (7 процентов) и атомная энергия (6 процентов). Учитывая массивные капиталовложения в нефтепроводы, цистерны для хранения, двигатели и прочие товары на многомиллионные суммы, которые по своей конструкции должны работать на нефти, вряд ли она в скором времени или ускоренными темпами утратит свои доминирующие позиции.

выхлопных газах автотранспортных средств; методы рационального использования энергии, такие как совместное производство тепла и электричества, при котором тепло, которое в противном случае было бы просто-напросто выпущено в воздух, находит то или иное применение, скажем, используется для обогрева и охлаждения здания или обеспечения работы бумажной фабрики.

Технологии, связанные с процессом получения энергии, включают те, что позволяют добиться снижения уровня потребления энергии при одновременном обеспечении того же уровня ее выработки. Новые электрические лампочки и сопутствующее оборудование, скажем, обеспечивают тот же или более высокий уровень освещенности и отличаются такой высокой экономичностью, что позволяют сэкономить средства в течение своего срока действия, рассчитанного на 10 лет. Аналогичной экономии средств можно добиться в процессе использования новых двигателей и механизмов управления, окон с пониженной пропускающей способностью, устраняющих воздействие солнечных лучей, вырабатывающих тепло, и еще целого ряда других приспособлений.

## **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРЕЖНИХ ВИДАХ ТОПЛИВА**

**Уголь.** Издавна известно, что уголь преобразуется в электричество после того, как его измельчают, а затем сжигают на электростанциях, известных под названием «порошковых». Если придерживаться прежней технологии, которая не подразумевает никаких дополнительных мер контроля, то в результате использования угля возникает множество чрезвычайно вредных веществ, которые ведут к возникновению кислотных дождей, смогу и глобальному потеплению, а наряду с этим – к загрязнению токсическими металлами рек, озер и океанов.

Однако не обязательно должно быть именно так. Вне зависимости от того, какие используются технологии – прежние, выдержавшие проверку временем или новые, более экономичные – представляется возможным либо сжигать уголь более рациональным способом, либо преобразовывать его в газообразное состояние. При системе, которая основана на газификации, либо системы комбинированного цикла, либо турбины «типа тех, что используются в самолетах» – турбины, сконструированные по образцу реактивных двигателей, благодаря которым

скорость самолетов приближается к скорости звука, – могут быть приняты на вооружение в целях резкого повышения эффективности производства и снижения уровня загрязнения окружающей среды.

Одна из таких систем называется «комбинированным циклом комплексной газификации» (КЦКГ), благодаря которому за счет использования двух турбин обеспечивается преобразование угля в газообразное состояние. Сначала угольные газы сжигаются в газовой турбине, которая находит самое широкое применение еще с начала 60-х годов. Затем лишнее тепло, которое на большинстве электростанций, как правило, выбрасывается в атмосферу, используется для вращения паровой турбины.

Зачастую КЦКГ называют еще технологией «холодной воды» – термин, позаимствованный от названия ковбойского ранчо в калифорнийской пустыне Мохаве, которое некогда стояло на месте лаборатории, где была разработана данная технология. Технология «холодной воды» обеспечивает столь высокий уровень сжигания угля – например, при этом обеспечивается сжигание до 99 процентов вредных сернистых примесей, – что, согласно расчетам министерства энергетики США, за счет применения данной технологии можно в перспективе добиться сокращения почти вдвое вредных выбросов сернистого ангидрида на всей территории США, что является главной причиной выпадения кислотных дождей, и в то же время сохранить на прежнем уровне, а в ряде случаев даже снизить по сравнению с традиционными технологиями, издержки, которые связаны с применением электрической энергии.

Из этого отнюдь не следует, что технология «холодной воды» – единственная, которая обеспечивает возможность очистки угля от вредных примесей. Когда размельченная смесь угля и прочих веществ повисает на небольшом расстоянии от земли, поддерживаемая направленной вверх струей воздуха, она ведет себя во многом так же, как жидкое вещество. За счет размельчения угля в порошок и сжигания его в системах, основанных на применении такой «жидкообразной воздушной подушки», обеспечивается более полное сгорание угля, тем самым увеличивается количество получаемой за счет этого энергии и снижается уровень загрязнения окружающей среды. Несмотря на то, что существует несколько систем, действующих по принципу «жидкообразной воздушной подушки»,

всем им свойственна способность обеспечивать сжигание целого ряда различных видов топлива при более высокой экономичности и менее высоком уровне загрязнения окружающей среды, чем в процессе использования устаревших котлов для сжигания угля, размельченного в порошок. В самом деле, одна из подобных систем, существующих в германском городе Дуйсбурге – «вращающаяся подушка» – так мало загрязняет окружающую среду, что окружена жилыми домами, которые расположены поблизости от центра города. Другая система – на этот раз «подушка, сжатая под давлением» – находится в пяти минутах ходьбы от центра Стокгольма и также окружена жилыми зданиями.

Центральное место во всех этих системах отводится турбине – двигателю, вращающиеся пластины которого приводятся в движение под воздействием либо давления пара, либо быстрого распространения горячих газов. Турбины, лопасти которых начинают вращаться под воздействием газообразных веществ, образующихся в процессе сгорания, называются «газовыми турбинами», а те, в которых используется пар, естественно, именуется «паровыми турбинами». Благодаря форсированному усовершенствованию обеих разновидностей турбин появилась возможность добиться резкого повышения эффективности при выработке электроэнергии. Наиболее заметного прогресса удалось достичь в процессе доработки газовых турбин, которые могут использовать самые разные виды топлива – от порошкообразного угля до угарного газа, но обычно там используется природный газ.

**Природный газ.** Будучи, действительно, наиболее экологически чистым из видов топлива ископаемого происхождения, природный газ также способствует принятию на вооружение целого ряда технологий, которые отличаются большей экономичностью и безопасностью для окружающей среды, нежели технологии, предусматривающие сжигание угля или нефти. Таким образом, переработка природного газа может, по сути дела, привести к сокращению уровня загрязнения окружающей среды на двух стадиях: сначала путем его преобразования в топливо, более благоприятного для состояния окружающей среды, а потом за счет использования более экономичных и менее вредных для состояния окружающей среды технологий.

Многие из этих технологий, таких как турбины, действующие по принципу



комбинированного цикла, уже хорошо себя зарекомендовали, отличаются надежностью и доступны для приобретения, поскольку производятся крупными компаниями. Другие технологии – к примеру, двигатели для легковых и грузовых автомобилей, приспособленные для сжигания природного газа, – по большому счету ничем не отличаются от традиционных аналогов и, скорее всего, почти не потребуют доработки.

Природный газ или сырая нефть могут непосредственно использоваться для обеспечения работы двигателей. В турбинах, действующих по принципу «простого цикла», горячие газы, которые возникают в процессе сгорания, вращают вал турбины и тем самым вырабатывают электроэнергию. Турбины, действующие по принципу авиационных, представляют собой просто-напросто реактивные двигатели, которые используются не столько для приведения в движение самолета или иного транспортного средства, сколько для выработки электроэнергии. Преимущество таких турбин состоит в том, что они компактны, легко подлежат ремонту или замене, отличаются высокой надежностью и гибкостью в работе. При подаче в эти турбины пара достигается более высокая экономичность их работы при одновременном снижении уровня выбросов окислов азота, которые являются причиной смога и кислотных дождей. Если оснастить такие турбины «механизмом внутреннего охлаждения», то их экономичность повышается еще больше, доходя до 55 процентов, а уровень вредных выбросов в окружающую атмосферу снижается.

При соединении газовых и паровых электротурбин, как предусмотрено технологией «холодной воды», возникает явление, которое и принято называть «комбинированным циклом». Системы комбинированного цикла в настоящее время находят применение на принадлежащей Токийской электроэнергетической компании станции в японском городе Фуцзу, причем достигнутый там уровень экономичности составляет 47 процентов. Видимо, при внедрении в практику новейших систем комбинированного цикла удастся увеличить этот показатель до 52 процентов. Компания «Сименс» предлагает системы, которые смогут обеспечить примерно такой же уровень экономичности в работе, и готова в этом заручиться в письменной форме.

И все же наиболее многообещающим направлением в области использования природного газа в ближайшей перспективе, возможно,

станет его использование в качестве «носителя» азота в малоизвестном пока приспособлении под названием топливный элемент. Топливные элементы, которые вызвали любопытство разве что у ученых в лабораториях, пока не началось соревнование в области освоения космоса, были разработаны для того, чтобы обеспечить снабжение электроэнергией американских челночных космических кораблей и других подобных аппаратов. Работая на водороде, они химическим путем превращают его в чистую питьевую воду и электроэнергию. При этом как загрязнение окружающей среды, так и шумовой эффект сведены к нулю. Топливные элементы могут также работать на богатых водородом видах топлива, таких, например, как природный газ или метанол. Несмотря на то, что их использование подразумевает определенное загрязнение окружающей среды, оно неизмеримо меньше, чем при использовании традиционных двигателей. Уровень выбросов в атмосферу окислов азота, например, зачастую столь низок, что его невозможно измерить существующими на сегодняшний день коммерческими средствами. Если же считать эталоном экономичность, то самые плохие топливные элементы лучше самых лучших традиционных двигателей. Например, экономичность обычного автомобильного двигателя составляет 18 процентов – при этом оставшийся бензин расходуется для выработки тепла, – тогда как показатель экономичности в работе аналогичного топливного элемента вдвое выше, причем не исключено, что экономичность будет в последствии увеличена вплоть до 75 процентов.

Благодаря своей компактности, отсутствию шумов и сведенной к минимуму, либо вообще нулевой, опасности для окружающей среды топливные элементы можно размещать в центре крупных городов и даже внутри заселенных домов. В результате исчезает потребность в установке трансмиссий, прокладке полос отчуждения и, следовательно, появляется возможность избежать ненужных затрат энергии. Не менее важным представляется то, что тепло, полученное благодаря топливному элементу, можно впоследствии использовать для нагревания или охлаждения воздуха, для обеспечения работы прачечных, либо найти ему какое-нибудь иное применение в целях повышения общего показателя экономичности в работе до 90 процентов. Топливные элементы в

настоящее время уже проходят обкатку в некоторых точках мира, а недавно в Японии и Соединенных Штатах было начато их серийное производство.

**Нефть.** В результате нефтяных кризисов, которые разразились в 70-е и 80-е годы, в тех странах, которые зависели от поставок нефти извне, сложилась щекотливая обстановка, что привело к стимулированию интереса к тем транспортным средствам и промышленным предприятиям, которые в своей работе использовали источники энергии, отличные от нефти. Несмотря на эти усилия, автотранспортные средства, использующие бензин и дизельное топливо, вместе взятые в большей степени загрязняют окружающую среду в крупных городах, нежели любой единичный род человеческой деятельности. На их долю приходится свыше половины многих из тех веществ, которые загрязняют окружающую среду в крупных городах, и почти половину тех, что становятся причиной загрязнения как в промышленно развитых, так и в развивающихся странах. Автотранспортные средства вырабатывают также огромное количество угарного газа, который является основной причиной потепления климата на земном шаре. Скажем, автотранспортные средства в США вырабатывают каждый двадцатый килограмм угарного газа в мире, то есть больше, чем его вырабатывается во всей Японии.

Нефтеперерабатывающие заводы могут принимать меры по решению вышеперечисленных проблем экологического характера, хотя складывается впечатление, будто они не горят желанием делать это. В ряде случаев они воплотили такое стремление в конкретные меры, начав разработку «видоизмененных» видов топлива, применение которых оборачивается меньшим ущербом для состояния окружающей среды; так, в некоторых разновидностях этого топлива выбросы бензола, ведущие к заболеванию лейкемией, сокращаются иногда до 90 процентов. Более того, нет причин технологического характера, по которым новые системы энергоснабжения, например, турбины типа авиационных, или же топливные элементы, не могут эксплуатироваться на видах топлива, основным элементом которых является нефть. Даже традиционные виды двигателей можно перевести на более экологически безопасный режим работы за счет применения очистных технологий, таких как каталитические дожигатели выхлопных газов, источником топлива для которых служит электричество.

## ПРОГРАММА НОВОЙ ЗЕЛАНДИИ ПО РАЗВИТИЮ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, РАБОТАЮЩИХ НА СЖИЖЕННОМ ПРИРОДНОМ ГАЗЕ (СПГ)

Когда в 1978 году разразился нефтяной кризис, правительство Новой Зеландии учредило Трест по управлению жидкими видами топлива, перед которым была поставлена задача добиться «сокращения масштабов импортируемой нефти». Финансируемый в размере 2–3 миллионов долларов США, за счет взимания налога на продажу бензина в размере 0,1 процента, трест провел экспертизу свыше 400 различных вариантов, но в конце концов решительно высказался в пользу перевода всего автотранспортного парка страны на природный газ.

В большинстве своем имевшиеся в стране мощности по хранению и переработке сжиженного природного газа были разработаны в Италии и США. Новая Зеландия на регулярной основе проводила работу по принятию, внесению изменений и совершенствованию данных технологий, в результате чего были достигнуты следующие результаты:

- система быстрого соединения, обеспечивающая хранение топлива и дозаправку. Благодаря ей была достигнута такая скорость при заправке транспортных средств, что на заправку сверхмощного рейсового автобуса уходило менее четырех минут, то есть меньше, чем требовалось для заправки автотранспортных средств, работающих на дизельном топливе;
- конструкция легких, но вместе с тем прочных баков для топлива, которые крепятся на самой машине и способны выдержать удар при любых дорожно-транспортных происшествиях;

- целый ряд характеристик, стандартов и запасных частей, связанных с процессом перехода на природный газ и составленных с учетом особенностей парка автотранспортных средств в стране, где он отличается максимально возможным разнообразием.

Стремясь побудить владельцев заправочных станций предлагать клиентам СПГ, а автолюбителей – перевести свои машины на природный газ, правительство и промышленники, специализирующиеся на добыче и использовании природного газа, предложили им ряд стимулов, в частности:

- пособие автовладельцам, предназначенное для перевода машины на природный газ, в размере 150 новозеландских долларов (эта сумма была впоследствии повышена до 200 новозеландских долларов);
- ссуда под низкие проценты, без установленного срока первоначального платежа на сумму, равную затратам на установку оборудования для природного газа;
- субсидии компаниям, занимающимся добычей и использованием природного газа, которые покрывают до 40 процентов затрат, связанных с проведением трубопроводов к заправочным станциям;
- купоны газовых компаний, дающие автовладельцам право на разовую заправку по цене 2 новозеландских доллара;
- налог на проезд по шоссе для автомобилей, работающих на природном газе, значительно ниже того, что взимался с владельцев транспортных средств, работающих на бензине;
- стоимость СПГ, установленная, исходя из цены, на 33 процента ниже, чем стоимость бензина.

В результате осуществления этой программы, инициатором которой выступило правительство, в стране было отмечено самое высокое количество автотранспортных средств, работающих на природном газе, в расчете на душу населения. Иными словами, там была разработана и внедрена в практику наиболее успешная в мире программа поиска альтернативных видов топлива. К 1988 году примерно 11 процентов имевшихся в стране автотранспортных средств – в общей сложности, около 120 000 единиц – были переведены на сжиженный природный газ. За одно десятилетие Новая Зеландия добилась того, что десятая часть автотранспортных средств в стране переешла на природный газ наряду с созданием всей необходимой инфраструктуры. Ни в одной другой стране мира нет столь высокого удельного веса автотранспортных средств, работающих на СПГ, и это, разумеется, удивительное достижение, если иметь в виду, что речь идет о программе, которой всего-навсего десяток лет от роду.

Они «воспламеняются», то есть приводятся в движение быстрее, поскольку предварительно обогреваются посредством электричества. И все же, нефтеперерабатывающие заводы с большим трудом склоняются к переменам, а в правительствах ряда стран и в некоторых отраслях промышленности предпочитают повременить в течение жизни целого поколения, пока мировые запасы нефти не начнут постепенно истощаться.

Уже по одной этой причине налицо явный рост интереса к тем видам топлива, которые непосредственно не связаны с нефтью. Компании БМВ, «Мерседес» и «Мазда» разработали легковые автомашины, источником топлива для которых является водород. На разработанных «Фордом» моделях 1993 года установлена «гибкая топливная система», позволяющая сжигать либо бензин, либо метанол. По такому же пути собирается пойти и «Мерседес».

Новшества внедряются в практику и на самих промышленных предприятиях. Здесь приоритет принадлежит каталитическим дожигателям выхлопных газов, которые были впервые разработаны в Калифорнии 25 лет назад. Существующие на сегодняшний день образцы позволяют обеспечивать сжигание до 90 процентов выбросов в виде углеводородов и угарного газа и 60 процентов окислов азота. Среди прочих новинок – автотранспортные средства, которые приводятся в движение с помощью электричества, топливных элементов, природного газа и батарейного питания.

Модель электромобиля «Импакт», разработанная компанией «Дженерал моторс», наиболее экономичная из существующих на сегодняшний день. Потребление электроэнергии на каждую милю пробега составляет приблизительно 0,12 киловатт-часа. Если имеющийся в США парк легковых автомобилей будет состоять из машин типа «Импакт», а приходящийся на их долю совокупный пробег будет равен 1,5 триллиона миль – именно такое расстояние в настоящее время покрывают автомобили в Соединенных Штатах, – то в результате потребление электроэнергии в стране возросло бы всего на 7 процентов. Примерно к 2010 году легковые автомашины с батарейным питанием будут занимать достаточно прочное положение на рынке сбыта при условии значительного прогресса в процессе уменьшения веса и снижения времени, необходимого для перезарядки батарей, при одновременном увеличении пробега.



## ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Что конкретно будут представлять собой виды топлива, которым суждено занимать доминирующее положение в будущем? Будет ли это топливо, совершенно безопасное для окружающей среды, или же все сведется к обеспечению более экологически безопасного сжигания угля, нефти и природного газа? А может быть топливо будущего просто представит те источники энергии, потенциал которых до сих пор был востребован не в полной мере? Многие полагают, что иного выхода, кроме как пойти по пути обеспечения абсолютной экологической безопасности энергетики для окружающей среды, не существует; иными словами, энергия ветра, солнца, воды и даже ядерная энергия позволят сохранить нынешнее положение вещей.

**Энергия ветра.** Аэродинамические турбины – приспособления, предназначенные для преобразования ветра в полезную механическую или электрическую энергию, – входят в число наиболее древних источников получения энергии, которые не представляют никакой опасности для окружающей среды. Тем не менее, в наше время они не получали широкого распространения до 70-х и 80-х годов, когда в Соединенных Штатах был одобрен целый ряд программ, направленных на стимулирование их использования. В Калифорнии, где были одобрены нормы, регулирующие коммунально-бытовое и прочие виды обслуживания населения в целях стимулирования развития альтернативных источников энергии, по состоянию на конец 1984 года насчитывалось 8469 турбин в состоянии эксплуатации. Совокупная мощность этих единиц оборудования составляла приблизительно 550 мегаватт электричества. Почти все они установлены в местах, для которых характерны сильные ветры, в точках, получивших название «ветряные фермы». На конец 1984 года многие тысячи ветряных приспособлений, совокупная проектная мощность которых составляла свыше 650 мегаватт, вырабатывали электрическую энергию в США.

Впрочем, эксплуатация аэродинамических турбин сталкивалась с постоянными трудностями: значительные перепады в скорости ветра неизменно приводили к резким колебаниям в эксплуатации и перебоям в снабжении электроэнергией, что иной раз оборачивалось нарушениями в работе передающих узлов. На лопастях наслаивались разного рода посторонние

предметы, что, в свою очередь, приводило к спадам в работе.

Производители упорно занимались решением возникающих проблем, и благодаря достижениям последнего времени аэродинамические турбины, устанавливаемые по групповому принципу, в настоящее время представляют собой современные, оснащенные по последнему слову техники приспособления, способные вырабатывать значительное количество электроэнергии – достаточное, к примеру, чтобы обеспечить ею Сан-Франциско – при уровне цен, который дает им возможность конкурировать с электростанциями, использующими топливо ископаемого происхождения.

В результате перемен к лучшему, достигнутых в таких областях, как конструкция лопастей, эффективность работы аэродинамических турбин увеличилась на 25 процентов, а новые механизмы передачи и генераторы дают аэродинамическим турбинам возможность вырабатывать больше электроэнергии как из сильных, так и из слабых порывов ветра. Новые турбины могут вырабатывать электроэнергию по цене, составляющей примерно 5 центов за киловатт-час, что ниже цены, которую нужно платить за электроэнергию, произведенную на электростанции, работающей на угле.

Параллельно с совершенствованием технологии шло расширение масштабов использования таких турбин. Приблизительно 80 процентов аэродинамической энергии в мире вырабатывается в Калифорнии, однако, такой вид энергии становится все более распространенным явлением на Среднем Западе США, в Европе, особенно в Бельгии, и в других регионах.

Учитывая сжатые сроки, в течение которых можно установить и наладить работу ветряной фермы, – этот процесс занимает один-два года, если не считать работу по сбору данных об аэродинамических явлениях в конкретном районе, – при благоприятных обстоятельствах темпы роста могут быть на редкость высокими. Вполне возможно, что в период с 1990 по 2000 годы спрос на энергию, вырабатываемую аэродинамическими турбинами, может достигнуть 21 000 мегаватт.

**Солнечная энергия.** Солнечной энергии не сопутствовал такой успех, как аэродинамической, но она быстрыми темпами использует возникающие на рынке возможности и в том случае, если цены и дальше будут падать, вскоре сможет составлять конкуренцию крупным центральным электростанциям. В

самом деле, солнечные «термальные» системы, в которых солнечные лучи используются для нагревания до сверхвысоких температур той или иной жидкости, которая впоследствии используется для приведения турбины в движение при помощи электрической энергии, уже вырабатывают энергию по вполне конкурентоспособным ценам.

Вместе с тем, наиболее изящной, если можно так выразиться, разновидностью солнечной энергии по-прежнему является «фотогальваническая» система, при которой энергия солнечного света преобразуется непосредственно в энергию электрическую. Это наиболее совершенная разновидность электрической энергии: свободная, имеющаяся в изобилии и совершенно безопасная для окружающей среды. Фотогальванические устройства, которые свободно продаются в любом магазине и могут быть установлены в считанные часы, будут снабжать энергией все и вся, начиная с отдаленных деревень и кончая особняками в самом центре города. Специальные панели крепятся к земле или крыше, их можно даже отлить, придав нужную обтекаемую форму. Эти приспособления редко приходят в неисправность, но даже если одно из них ломается, остальные продолжают функционировать – и когда ярко светит солнце, и когда над землей нависают тучи.

К сожалению, энергия, полученная с помощью фотогальванической системы, все еще обходится примерно в два-пять раз дороже, чем та, что получается в результате сжигания угля, нефти или природного газа. Более того, эти приспособления не работают в ночное время. И все же, в ряде стран форсированными темпами ведутся разработки наиболее совершенных способов выработки электроэнергии. В Японии и Германии, к примеру, материально стимулировали жителей к приобретению солнечных панелей. В Швейцарии и Австрии были начаты кампании по активному внедрению этого новшества в жизнь, а в Соединенных Штатах интерес к нему вспыхнул с новой силой.

**Гидроэлектроэнергия.** При обнаружении планов разработки общенациональной программы, рассчитанной до 2000 года и призванной обеспечить снижение уровня выброса угарного газа в атмосферу США до уровня 1990 года, президент Билл Клинтон будет во многом делать ставку на разработку новых технологий и на альтернативные источники энергии. Особенно это касается гидроэлектроэнергии. Среди всех возобновляемых

источников энергии она нашла наиболее широкое распространение, несмотря на то, что реализация в самом недавнем прошлом крупномасштабных проектов строительства гидроэлектростанций в развивающихся странах замедлилась в результате возникших финансовых проблем, а также обеспокоенности общественности и организаций по охране окружающей среды. Несмотря на это, лишь малая толика потенциально существующей гидроэлектроэнергии в развивающихся странах к настоящему времени нашла применение. В Африке этот показатель составляет 5 процентов, в Латинской Америке – 8, в Азии – 9. В Китае сейчас используется около 10 процентов от потенциала гидроэлектроэнергии, подлежащего эксплуатации и составляющего 378 гигаватт. Это больше, чем в любой другой стране мира. Более значительная доля потенциально существующей гидроэлектроэнергии нашла применение в промышленно развитых странах. В государствах-членах Организации экономического сотрудничества и развития этот показатель достиг 26 процентов, а в Соединенных Штатах он составляет 52 процента.

**Атомная энергия.** По мнению многих, атомная энергия по-прежнему остается источником, абсолютно безопасным для окружающей среды. В самом деле, в некоторых странах – например, во Франции, где на ее долю приходится около 70 процентов потребляемой электроэнергии, – она вносит значительный вклад в электроснабжение страны. Однако, за исключением единичных случаев, новые атомные электростанции не строятся, что во многом объясняется превышением сметных расходов, проволочками и – этот фактор, возможно, имеет наибольшее значение – укоренившимся в сознании широкой общественности страхом после аварий на Чернобыльской АЭС и на «Три-майл айленд» в США.

Особенно безрадостны перспективы развития атомной энергетики в США, где капитальные затраты в расчете на киловатт электроэнергии, полученной благодаря установленным производственным мощностям, выросли в реальном выражении примерно вчетверо на недавно построенных станциях в сравнении с обычной станцией, строительство которой было завершено в 1971 году. Кроме того, увеличились временные затраты на строительство, в то время как производственные показатели работы станций остались, как правило, такими же посредственными, как и в прошлом. Вследствие этого атомная энергия в

значительной степени утратила свою экономическую привлекательность. Начиная с 1978 года, в США не было представлено ни одного заказа на строительство новых атомных реакторов, а 13 заказов за 1975–1978 годы были либо аннулированы, либо отложены по выполнению на неопределенный срок. Маловероятно, чтобы до конца текущего десятилетия поступило хотя бы несколько новых заказов, скорее всего их не будет вообще. Даже если бы новые заказы были размещены, значительные временные затраты, связанные со строительством новых атомных электростанций, привели бы к тому, что существенное увеличение объема вырабатываемой электроэнергии произошло бы не раньше начала следующего столетия.

И все же благодаря новым технологиям, особенно тем, которые в настоящее время разрабатываются в Японии и Швеции, привлекательность атомной энергетики в глазах широкой общественности может повыситься. В Японии разработан небольшой по размерам экспериментальный реактор, получивший название «Хойо», что в переводе означает «вечный огонь». Называемый реактором-размножителем благодаря способности вырабатывать новое топливо, «Хойо» функционирует уже несколько лет, а вскоре, как предполагается, вступит в эксплуатацию его более крупный аналог под названием «Монху». Как рассчитывают ответственные лица, за данным экспериментальным реактором последуют три других, каждый из которых будет мощнее предыдущего, а кульминацией всего проекта станет строительство станций промышленного назначения проектной мощностью 1500 мегаватт, рассчитанное на 2010–2030 годы.

В Швеции концерн «Асеа Браун Бовери» разработал так называемый «от природы безопасный» реактор ПИУС, который, по словам представителей компании, способен выдерживать землетрясения, наводнения, пожары, взрывы и практически любые другие стихийные бедствия. Сходным образом, АББ разработал средство иммобилизации и хранения отходов, которое, по словам компании, поможет реактору ПИУС оставаться безопасным на протяжении 10 000 лет. Вопрос в том, насколько разработки АББ соответствуют подобным утверждениям. Но уже сейчас ясно, что если нынешняя обеспокоенность по поводу потепления климата в глобальном масштабе возродит широкий интерес к атомной энергетике, то подобные технологии могут оказаться многообещающими.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вне зависимости от того, произойдет ли оживление интереса к атомной энергии, будут ли разработаны способы очистки угля и удастся ли превратить солнечный свет в источник вечной, безопасной для окружающей среды энергии, представляется бесспорным и очевидным, что мир движется в новом направлении. Как правительства, так и компании разных стран в своей деятельности руководствуются целым рядом различных императивов, среди которых – рациональное природопользование, защита окружающей среды, потребительский спрос, эффективность использования энергии, новые технологии. Возможно, за горизонтом мир ожидает совершенно новое или просто более светлое будущее. Очевидно одно – нынешнее положение вещей сохранится недолго.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- Allen, R.P. and R.P. Triassi  
*33rd GE Turbine State-of-the-Art Technology Seminar for Industrial, Cogeneration, and Independent Power Turbine Users*  
General Electric Company,  
September 1989
- Alliance to Save Energy  
*An Alternative Energy Future: A Joint Study by the Alliance to Save Energy, the American Gas Association, and Solar Energy Industries Association*  
Washington, D.C.: Alliance to Save Energy, 1992
- Bleviss, Deborah L.  
*The New Oil Crisis and Fuel Economy Technologies: Preparing the Light Transportation Industry for the 1990s*  
New York: Quorum Books, 1988
- Cogan, Douglas G.  
*The Greenhouse Gambit: Industry Response to Climate Change*  
Washington, D.C.: Investor Responsibility Research Center, Inc., 1991
- Confronting Climate Change: Strategies for Energy Research and Development*  
Washington, D.C.: National Academy Press, 1990
- Congress of the United States  
Office of Technology Assessment  
*Energy Technology Choices: Shaping Our Future*  
Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1991
- Congress of the United States  
Office of Technology Assessment  
*Improving Automobile Fuel Economy: New Standards, New Approaches*  
Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1991
- Congress of the United States  
Office of Technology Assessment  
*New Electric Power Technologies: Problems and Prospects for the 1990s*  
Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985
- Johansson, Thomas B. et. al, eds.  
*Electricity: Efficient End-Use and New Generation Technologies and Their Planning Implications*  
Lund, Sweden: Lund University Press, 1989
- Lee, Thomas H., Ben C. Ball Jr., and Richard D. Tabors  
*Energy Aftermath*  
Boston: Harvard Business School Press, 1990
- Lee, Thomas H. and Proctor P. Reid, eds.  
*Prospering in a Global Economy: National Interests in an Age of Global Technology*  
Washington, D.C.: National Academy Press, 1991
- Lloyd, Alistair  
*Thermodynamics of Chemically Recuperated Gas Turbines*  
Center for Energy and Environmental Studies, Princeton University, January 1991
- Maycock, Paul D. and Edward N. Stirewalt  
*A Guide to the Photovoltaic Revolution*  
Emmaus, Pa.: Rodale Press, 1985
- Moore, Curtis and Alan S. Miller  
*Green Gold: Japan, Germany, the United States, and the Race for Environmental Technology*  
Boston: Beacon Press, 1994
- Ogden, Joan M. and Robert H. Williams  
*Solar Hydrogen: Moving Beyond Fossil Fuels*  
Washington, D.C.: World Resources Institute, 1989
- Organization for Economic Cooperation and Development  
*Energy Technologies for Reducing Emissions of Greenhouse Gases*  
2 vols. Paris: OECD, 1989
- Organization for Economic Cooperation and Development  
Directorate for Science, Technology, and Industry  
“The OECD Environment Industry: Trends and Issues.”  
Paris, 1991
- Simons, M.  
“High Ozone and Acid-Rain Levels Found Over African Forests,”  
*The New York Times*, June 19, 1989
- U.S. Department of Energy  
*National Energy Strategy*  
(Technical Annex 5: Analysis of Options to Increase Exports of U.S. Energy Technology)  
Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1991/92
- U.S. Department of Energy  
Office of Fossil Energy  
*The Role of Repowering in America's Power Generation Future*  
Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, November 1987
- U.S. Department of Energy  
Office of Policy, Planning and Analysis  
*The Potential of Renewable Energy: An Interlaboratory White Paper*  
Prepared for the U.S. Department of Energy by Idaho National Engineering Laboratory, Los Alamos National Laboratory, Oak Ridge National Laboratory, Sandia National Laboratories, Solar Energy Research Institute (SERI/TP-260-3674), March 1990
- World Resources Institute  
*Car Trouble: How New Technology, Clean Fuels, and Creative Thinking Can Revive the Auto Industry and Save Our Cities from Smog and Gridlock*  
Boston: Beacon Press, 1993
- World Resources Institute  
*World Resources 1992-93*  
New York: Oxford University Press, 1992

## КОНТАКТЫ

American Council for an Energy  
Efficient Economy  
1001 Connecticut Avenue, N.W.  
Suite 801  
Washington, D.C. 20036  
U.S.A.  
Tel: 202-429-8873  
Fax: 202-429-2248

California Energy Commission  
Media and Public Communications  
Office  
1516 9th Street  
Sacramento, Ca. 95814-5512  
U.S.A.  
Tel: 916-654-4989  
Fax: 916-654-4420

California Energy Commission  
Publications  
1516 9th Street  
Sacramento, Ca. 95814-5512  
U.S.A.  
Tel: 916-654-5200  
Fax: 916-654-4488

Fuel Cell Development  
Information Center  
Nihonjiayo No. 7 Bldg.  
2-1-7, Kandaogawa-machi  
Chiyoda-ku  
Tokyo 101  
Japan  
Tel: 81-3-3296-0935  
Fax: 81-3-3290-0986

New Energy and Industrial  
Technology Development  
Organization  
Public Affairs Division  
28th Floor, Sunshine 60 Building  
1-1 Higashi-1k ebukuro, 3-Chome  
Toshima-ku  
Tokyo 170  
Japan  
Tel: 81-3-3987-9313  
Fax: 81-3-5992-2290

Office of Technology Assessment  
Press Office  
U.S. Congress  
Washington, D.C. 20510  
U.S.A.  
Tel: 202-228-6204  
Fax: 202-228-6218

U.S. Department of Energy  
Press Office  
1000 Independence Avenue, S.W.  
Washington, D.C. 20585  
U.S.A.  
Tel: 202-586-5806  
Fax: 202-586-5823

World Bank  
Environment Department  
1818 H Street, N.W.  
Washington, D.C. 20433  
U.S.A.  
Tel: 202-473-6802  
Fax: 202-477-0565

World Resources Institute  
1709 New York Avenue, N.W.  
Suite 700  
Washington, D.C. 20006  
U.S.A.  
Tel: 202-638-6300  
Fax: 202-638-0036

**Кэртис Мур** – консультант и автор, сотрудничающий с рядом международных организаций,  
живет недалеко от Вашингтона, Федеральный округ Колумбия,  
часто читает лекции о связи передовых энерго-экологических технологий с  
национальной конкурентоспособностью. Соавтор книги «Зеленое золото:  
Япония, Германия, США и гонка экологических технологий»,  
опубликованной издательством «Бикон пресс».

Серия «Экологические доклады»  
Редакторы: Дебора М.С. Браун, Кэтлин Э. Хаг