

ЗЕЛЕНАЯ ЭНЕРГИЯ

ЗЕЛЕНАЯ ЭНЕРГИЯ

**Устойчивое электроснабжение с низким
воздействием на окружающую среду**

Эрик Джеффс

УДК 621.22 (каз)

ББК 31.6

Д 37

CRC Press

Taylor & Francis Group

6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300

Бока-Ратон, Флорида 33487-2742

Первый выпуск в мягкой обложке 2017

© 2010, Тейлор и Фрэнсис Групп, ООО

CRC Press является собственностью Taylor & Francis Group, компании Informa.

Нет претензий к оригинальным работам правительства США

ISBN-13: 978-1-4398-1892-3 (hbk)

ISBN-13: 978-1-138-11367-1 (pbk)

Эта книга содержит информацию, полученную из достоверных и уважаемых источников. Были сделаны рассудительные усилия для публикации надежных данных и информации, но автор и издатель не могут взять на себя ответственность за достоверность всех материалов или последствия их использования. Авторы и издатели пытались отследить правообладателей на все материалы, воспроизведенные в этой публикации, и принести извинения владельцам авторских прав, если разрешение на публикацию в этой форме не было получено. Если какой-либо материал, защищенный авторским правом, не был подтвержден, пожалуйста, напишите нам и сообщите нам, чтобы мы могли исправить это при любой последующей перепечатке.

За исключением случаев, предусмотренных Законом США об авторском праве, никакая часть этой книги не может быть перепечатана, воспроизведена, передана или использована в любой форме любыми электронными, механическими или иными способами, известными или изобретенными в настоящее время, включая фотокопирование, микрофильмирование и запись или в любую систему хранения или поиска информации, без письменного разрешения издателей.

Для получения разрешения на ксерокопирование или использование материалов в электронном виде с этой работы, пожалуйста, посетите www.copyright.com (<http://www.copyright.com/>) или обратитесь в Центр очистки авторских прав, Inc. (CCC), 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, 978-750-8400. CCC является некоммерческой организацией, которая предоставляет лицензии и регистрацию для различных пользователей. Для организаций, которым КТС была предоставлена лицензия на фотокопию, была организована отдельная система оплаты.

Уведомление о товарном знаке: названия продуктов или компаний могут быть товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками и использоваться только для идентификации и объяснения безнамерения нарушения.

Данные каталогизации публикаций Библиотеки Конгресса

Jeffs, Eric J.

Green energy : sustainable electricity supply with low environmental impact / Eric Jeffs.
p. cm. Includes index.

ISBN 978-1-4398-1892-3 (hardcover : alk. paper)

1. Electric power distribution--Environmental aspects. 2. Interconnected electric utility systems. 3. Renewable energy sources. 4. Sustainable engineering. I. Title.

TK3001.J44 2010

333.79'4--dc22

2009035203

ISBN 978-601-333-636-7 (каз)

СОДЕРЖАНИЕ

Благодарность	VII
1 Введение	1
2 Глобальное потепление	13
3 Улавливание и хранение углерода	41
4 Израсходование запаса угля?	59
5 Возрождение ядерной энергии	85
6 Комбинированный цикл	133
7 Новые энергетические технологии	159
8 Неопределенность возобновления	171
9 Правда об Америке	197
10 Что в будущем?	219
Список литературы	227

БЛАГОДАРНОСТЬ

Я хотел бы поблагодарить многих людей во всех сферах электроснабжения и их поставщиков, которые помогали мне на протяжении многих лет, предоставляли информацию и организовывали посещения объектов по всему миру. В частности, я бы упомянул трех человек, которые просмотрели мою рукопись, и поблагодарил их за ценные комментарии.

Дик Фостер Пегг родился в Соединенном Королевстве и перед эмиграцией в США, обучался в компании Rolls-Royce, именно в тот период, когда компания занималась разработкой первых моделей газовых турбин. В США он работал в корпорации Bechtel, где занимался проектированием электростанции, а также проектами комбинированного цикла. Позже он присоединился к Westinghouse для работы по исследованию и разработке газовых турбин в Пенсильвании.

До ухода на пенсию в 2005 году Луи Кодоньо был управляющим директором энергетического подразделения Cockerill Mechanical Industries. Я, в частности, благодарю его за то, что он не только организовал посещение объектов, но и познакомил меня со многими из своих клиентов, что позволило мне понять энергетическую политику их стран, особенно на Ближнем и Дальнем Востоке.

Доктор Махер Элмасри был профессором машиностроения в Массачусетском технологическом институте до 1987 года. После ухода из университета, он основал свою собственную компанию, Thermoflow Inc. Сейчас она является ведущей компанией, поставляющей мощный набор программного обеспечения для проектирования комбинированного цикла, и паровые установки различных типов, включая комбинированные циклы газификации.

Во все времена, кроме последних 250 лет, человечество зависело главным образом от природных источников энергии, таких как солнце, ветер, вода и биомасса (огонь). Нефть и уголь использовались в качестве основного источника тепла, в тех регионах, где они были обнаружены на поверхности земли. Но запаса нефти и угля намного меньше, чем того количества, которое требуется для 500 миллионов человек.

Промышленная революция, достигшая продвижений в сельском хозяйстве и медицине, произошла благодаря использованию угля и изменила образ жизни людей Европы и Северной Америки за одно столетие.

До 1800 года корабли строились из дерева и приводились в движение парусами, зерно измельчали ветряные и водяные мельницы, а в качестве сухопутного транспорта использовали лошадей. Как только уголь был признан топливом для производства пара, появились изобретения, которые сделали его топливом для транспорта и для энергетики.

В начале двадцатого века уже использовались основные элементы современной инфраструктуры. Началось использование телефонов, в городские дома был проведен газ, получаемый из угля, а в крупных городах появились электрическое освещение и городской транспорт. Были созданы железнодорожные сети. Чарльз Парсонс построил первую паровую турбину, которую он продемонстрировал как двигатель корабля. Маркони передал первый радиосигнал через Атлантику. Первые машины были на дорогах. В Германии Рудольф Дизель разработал двигатель, который носит его имя. Первый полет с работающими двигателями был в декабре 1903 года.

Двадцатый век наверняка запомнится как время, когда энергия преобразовала человеческие усилия и понимание мира, как никогда ранее в истории. Но также этот век можно отметить периодом двух мировых войн и крупных региональных конфликтов. Это ускорило технические разработки и вывело спрос на энергию на более высокий уровень, чтобы в последующие годы все население развитого мира могло иметь безопасный доступ к теплу, свету и энергии, а также к растущему числу новых устройств.

Все эти устройства зависели от наличия надежного источника электроэнергии как для производства оборудования, так и для его эксплуатации.

Начиная с 1945 года, после окончания войны наблюдается период значительных нововведений. Первые транзисторы были изготовлены в Bell Telephone Laboratories в Соединенных Штатах в 1948 году, как только первые компьютеры начали появляться в промышленности. С этого периода началась разработка микросхем, которые являются основой современных компьютерных систем и управления техническим процессом. Лишь в 1980 году начал появляться персональный компьютер, и вычислительные ресурсы

распространилась по дому.

Развитие авиации, особенно широкофюзеляжных самолетов с большими турбовентиляторными двигателями, способствовало развитию туризма, в результате которого в мире появились отели и различные развлекательные заведения, что увеличило спрос на электроэнергию.

Строительство более крупных и эффективных электростанций стало показателем того, что за восемь лет спрос на электроэнергию возрос и увеличился в два раза. В течение этого времени развитие производства электроэнергии стремилось повысить эффективность процесса и повысить напряжение передачи.

Была обеспокоенность по поводу загрязнения от угольных электростанций, что привело к введению электростатических осадителей для сбора пыли, переносимой в дымовых газах. Высота штабелей, до 200 метров на самых крупных станциях, обеспечит рассеивание дымовых газов при преобладающем ветре.

Ядерная энергетика началась в рамках этого общего развития производства электроэнергии, которое продолжалось до 1970 года. Первой атомной электростанцией считается Колдер Холл на северо-западе Англии, которая была официально открыта Ее Величеством Королевой Елизаветой II в октябре 1957 года и была закрыта в 2002 году после 45 лет эксплуатации. Первый реактор с водой под давлением (PWR) последовал в Шиппингпорте, штат Пенсильвания, в конце того же года. Блок мощностью 68 МВт работал в течение 25 лет и был остановлен в конце 1982 года.

Двадцатый век был также временем социальных перемен, и не только в большей половой свободе, но и в вопросе о направлении, в котором движется общество. Если и произошло одно событие, которое положило начало движению Зеленых, то это, безусловно, произошло на Рождество 1968 года, когда транслировалась команда из трех человек с космического корабля «Аполлон-8», это были первые люди, которые облетели вокруг Луны.

Они решили прочитать вступительные стихи Бытия, первой книги Библии, чтобы обратить внимание на то, что они увидели: планета Земля, сине-белый шар на лунном небе, который был домом всего человечества, и нашим единственным домом.

Этот эфир заставил людей говорить об окружающей среде и о том, как их деятельность может повлиять на мир. Впервые было понятно, что рост спроса на энергию, если он зависит от конечных запасов ископаемого топлива, не может продолжаться бесконечно. При планировании новых объектов инфраструктуры, таких как электростанция, автомагистраль или крупная промышленная площадка, необходимо учитывать воздействие на окружающую среду. Будут рассматриваться такие аспекты как использование земли, влияние на окружающие сообщества, угроза среде обитания дикой природы; воздействие на область естественной природной красоты, отходы производства и их утилизация.

Пять лет спустя, осенью 1973 года, на Ближнем Востоке началась война между Израилем и его арабскими соседями, Египтом и Сирией,

которые пытались вернуть земли, отнятые у них в 1967 году. В то же время Организация стран-экспортеров нефти ввела четырехкратное повышение цены барреля нефти.

В то время в Европе было большое количество электростанций, работающих на нефти, и большая часть остального мира, которая внезапно стала очень дорогой в эксплуатации. Но поскольку большая часть нефти, используемой в Европе, и все чаще в Северной Америке, поступала с Ближнего Востока, нужно было что-то делать. Другой крупный рынок, транспорт, также платил больше за свое топливо, и правительствам было легче решить эту проблему. Были введены ограничения скорости и различные другие краткосрочные меры, чтобы ограничить использование автомобилей и предположительно сократить импорт нефти.

Кризис имел три долгосрочных эффекта. Сначала были согласованные усилия по поиску новых топливных ресурсов вне орбиты ОПЕК. Это немедленно означало разработку нефтяных и газовых месторождений в Северном море и на Аляске, в то время как в других местах газовые месторождения открывались и разрабатывались в Индийском океане у Мумбаи, в Сиамском заливе, в Южной Америке, в Австралии и вокруг нее, и в северной части Северного моря у Норвегии. Газ поступал в Европу из Северной Африки и Сибири, но когда природный газ вышел на рынок, он сначала заменил угольный газ на внутреннем рынке. По крайней мере, в Европе природный газ не стал основным топливом для выработки электроэнергии примерно до 1990 года.

Во-вторых, крупная ядерно-энергетическая программа к концу столетия установила около 450 блоков по всему миру. Некоторые из самых ранних атомных станций в настоящее время закрыты, но все еще находятся 439 в эксплуатации и 35 в стадии строительства, в том числе три в Европе и одна в Соединенных Штатах.

Работа по разработке более эффективных энергетических систем привела к внедрению более крупных угольных электростанций с сверхкритическими условиями пара и обязательным добавлением в окружающую среду десульфурации дымовых газов (FGD) и более эффективных горелок для дальнейшего сокращения выбросов. Большие газовые турбины, работающие на синхронной скорости, привели к созданию комбинированного цикла, работающего на газе, к тому моменту, когда с 1990 года в большей части мира он стал предпочтительным выбором силовой установки для расширения системы.

В-третьих, появление на сцену глобального протестного движения, которое начало привлекать внимание общественности.

Представители движения Зеленых заявляли о том, что в 1973 г. правительства втянули людей в этот беспорядок, и люди перестали доверять правительствам, потому что ответы на вопросы они не получали. Кроме того, урановое топливо поступало из политически дружественных стран, главным образом Австралии, Канады и Соединенных Штатов. К 1973 году в Европе работало сорок семь ядерных энергетических реакторов, двадцать восемь в

Соединенных Штатах, пять в Канаде и пять в Японии. Но взгляд на отчеты о ядерной энергетике в этих областях показывает, что правительства уже разработали планы в отношении большего количества атомных станций, и большое их количество было введено в эксплуатацию вплоть до 1990 года. Строительство некоторых атомных станций началось еще до 1973 года и поэтому не может быть ответной реакцией на нефтяной кризис.

Хотя движения Зеленых вышли на первый план в начале 1970-х годов, они в первую очередь интересовались влиянием энергетических технологий на людей и окружающую среду. Лос-Анджелес был известен во всем мире как город, полностью зависимый от автомобилей, и с почти постоянным смогом днем. Но это был не единственный пострадавший город: в то время, когда самолет летел вокруг Соединенных Штатов, когда самолет снижался, наступал момент, когда он внезапно вздрагивал при прохождении температурной инверсии.

Начался ряд мероприятий, направленных на улучшение окружающей среды и здоровья людей, особенно в городах. Пятьдесят лет назад тетраэтил свинца использовался в качестве антидетонационного агента в бензине, пока не было заявлено, что переносимый по воздуху свинец из автомобильных выхлопов в городской среде может замедлить развитие мозга у детей.

После 1970 года, примерно в то же время, были разработаны катализаторы для удаления оксидов азота из выхлопных газов автомобилей, которые, как утверждается, были ответственны за увеличение случаев астмы среди населения, и поскольку свинец мог отравить катализатор, неэтилированный бензин был впервые введен в США. Штаты и позже в остальном мире.

Кислотные дожди также стали замечаться после 1970 года и объясняются наличием серы в угле, который при сжигании в котлах электростанции будет производить триоксид серы, который при контакте с влагой в воздухе образует серную кислоту. В частности, Швеция жаловалась на подкисление озер на юге страны, которые находились по ветру от крупных угольных электростанций в Дании и Великобритании.

Многие из более старых установок, которые первоначально были предназначены для сжигания угля, впоследствии были переоборудованы для сжигания нефти, которая часто имела относительно высокое содержание серы, и многие из этих более старых и менее эффективных электростанций будут заменены новыми атомными и угольными станциями. Таким образом, первым шагом была разработка систем FGD и их установка на всех новых угольных электростанциях. Первые установки появились в конце десятилетия на электростанциях в Германии и США. В отличие от угля, на тех электростанциях, которые все еще сжигали нефть, содержание серы в процессе рафинирования может быть уменьшено.

Таким образом, началась экологическая очистка, которая продолжается до настоящего времени и которая существенно не изменила наш образ жизни. Но это не так быстро, как могло бы. Усовершенствованные системы сжигания и очистки выхлопных газов привели к снижению выбросов азота и серы на

электростанциях и в автомобилях.

Хотя эффективность выработки электроэнергии повысилась, многие электростанции, работающие на угле и нефти, все еще эксплуатируются с более ранних времен, которые имеют более низкие условия пара и мало или вообще предпринимают какие-либо природоохранные меры, необходимые в настоящее время для всех новых угольных электростанций. На комбинированном цикле, работающем на газе, с высокой эффективностью и низким воздействием на окружающую среду, к концу столетия приходилось большинство прироста мощности в большей части мира, особенно в развивающихся странах Юго- Восточной Азии.

В 1975 году прошло всего 30 лет с тех пор, как бомбардировки Хиросимы и Нагасаки привели к внезапному окончанию Второй мировой войны на Дальнем Востоке. Многие, оставшиеся в живых люди, помнили кинохронику и читали отчеты о последствиях этих событий, и по причине неосведомленности были готовы поверить с позиции невежества, что если что-то пойдет не так на атомной электростанции, то точно так же произойдет огромный взрыв. Это убило бы их всех, если бы они жили где-то рядом с ним; ведь топливо было из того же материала, что использовался в атомных бомбах.

Но была еще одна проблема, которая была еще более убедительной и заключалась в использовании плутония. Это трансурановый элемент, который не встречается в природе. Это продукт ядерной реакции, и в процессе переработки он отделяется от отработанного топлива. Единственное, что широко известно об этом, это то, что это был материал, использованный для бомбы в Нагасаки, и что один из его изотопов имеет период полураспада 24 000 лет.

Тем не менее, сам по себе он является ценным топливным материалом, на его долю приходится около трети выработки любой атомной электростанции, и он используется в энергоблоках для космических аппаратов большой дальности до далеких планет и за их пределами.

Искажение плутония было положено в основу антиядерного дела. У нас не могло быть быстрого реактора-размножителя с топливным циклом плутония, и мы не могли бы иметь смешанное оксидное топливо в существующих реакторах, потому что в обоих случаях было бы произведено больше плутония. Нельзя допустить, чтобы развивалась индустрия, основанная на материалах для бомб, потому что нельзя было доверять надлежащему учету всего материала и учету возможных потерь. Разве некоторые материалы не могут быть разосланы террористам, которые могут сделать свою собственную бомбу?

Оппозиция ядерной энергии впервые возникла в Соединенных Штатах, где планировалось построить еще семьдесят реакторов, чтобы заменить работающие на нефти электростанции, которые были в основном в южных и западных штатах. Рост спроса на электроэнергию замедлился, и «зеленому» возражению на различных этапах лицензирования удалось настолько затянуть процесс, что расходы на слушания вышли из-под контроля, и многие заявки

были отклонены.

Зеленый протест, как замечали, работал, и растущее присутствие лидеров в средствах массовой информации, которые расценили их как экспертов-комментаторов по ядерным технологиям и планам развития, гарантировало, что будет общественное разоблачение их взглядов. Их особый взгляд на энергию заключался в том, что сохранение уменьшит спрос, который затем может быть удовлетворен за счет возобновляемых источников энергии. Но это противоречие в терминах. Нет ничего плохого в сохранении с точки зрения наличия адекватной изоляции и более эффективных электрических машин и освещения; это было в основе промышленного развития на протяжении многих лет.

Проблема заключается в возобновляемых источниках энергии: большое количество маленьких блоков разбросано по большой территории. Сторонники использования возобновляемых источников энергии удобно игнорируют тяжелый углеродный след производства всего этого оборудования и гораздо больший спрос на сталь и медь по сравнению с традиционной теплоэлектростанцией того же производства. Но на самом деле эта точка зрения защищает строительство электростанции без выбросов, но неспособной удовлетворить спрос на нее 24 часа в сутки и 365 дней в году.

Следствием деятельности Green было общее расширение процесса планирования всех крупных инфраструктурных разработок, которое теперь привело к тому, что правительства начинают реагировать на изменение закона, регулирующего лицензирование важных национальных проектов, и обуздывать политическое проникновение, которое Видно, что многие, особенно европейские страны, принимают экологические предрассудки.

Результат - меньше строительства нового завода и великие заявления веры в возобновляемые источники энергии.

Осведомленность о глобальном потеплении развивалась одновременно в некоторых странах правительства одной партией, которая долгое время находилась у власти в течение нескольких сроков: консерваторами в Великобритании, христианскими демократами в Германии и республиканцами в Соединенных Штатах. Оппозиционные партии в отчаянии обратились за поддержкой к группам фанатиков единого вопроса, которые выступили против определенной правительственной политики и нашли в «зеленых» добровольных сторонников.

Спустя тридцать лет после нефтяного кризиса 1973 года нам снова необходимо рассмотреть способы производства электроэнергии. Тогда главной заботой было вывести нефть из производства электроэнергии. Сегодня это удаление углекислого газа из дымовых газов и внедрение других безуглеродных технологий.

Примерно в 1990 году глобальное потепление стало привлекать внимание общественности. По крайней мере, много было сказано, но очень мало было сделано. В начале вопрос был о том, было ли это связано с человеческой деятельностью или природным явлением. Глобальное потепление происходило в прошлом и сопровождалось холодными периодами,

что говорит о том, что оно может иметь больше отношения к отклонениям земной орбиты вокруг Солнца, чем к любой деятельности на Земле. Но если это происходит снова, то есть готовое объяснение.

За шестьдесят лет после окончания Второй мировой войны население Земли утроилось с 2 до 6 миллиардов человек. Это произошло в период значительного экономического развития не только в промышленности, но и в сельском хозяйстве и медицине. Люди живут дольше и едят лучше, чем в прошлом. Все это привело к росту производства электроэнергии, а также к перевозке товаров и людей по всему миру.

В 2000 году в Европейском Союзе того периода действовали 172 атомные электростанции. Если бы они не были построены, то электростанции, работающие на угле и газе, выбрасывали бы в атмосферу 500 млн. т в год парниковых газов.

Но в то время как эти заводы строились между 1970 и 2003 годами, население удвоилось. Мы живем на сфере диаметром около 12800 км, покрытой атмосферой толщиной более 30 км, что является большим количеством газа, и почти все, что мы делаем, происходит на нижних 10 км. Требование глобального потепления состоит в том, что углекислый газ и другие парниковые газы накапливаются в верхних слоях атмосферы и задерживают тепло, которое в противном случае отразилось бы в космосе. Это может объяснить последовательность более теплого лета и других необычных погодных условий.

Две формы жизни на земле, животные и растения, играют взаимодополняющую роль в поддержании друг друга. Животные вдыхают кислород и выдыхают углекислый газ, который растения поглощают и выделяют кислород. Углекислый газ, выбрасываемый вблизи земли людьми и выхлопными газами, наверняка поглощается деревьями и растениями вокруг нас.

Глобальное потепление является результатом роста населения, а в соответствии с этим и увеличившегося спроса на энергию. Но мы должны быть осторожными, чтобы не спутать две разные проблемы: естественные изменения в глобальном климате, возникающие в результате отклонений орбиты Земли, приводящих к ее приближению к Солнцу или дальше от него, извержению вулканов, солнечных пятен или других длительных циклических воздействий; и выбросы парниковых газов от сжигания ископаемого топлива, а также увеличение загрязнения.

Выбросы можно контролировать или устранять, и желательно, чтобы они были. Сжигание угля или нефти для производства технологического пара или выработки электроэнергии привело к тому, что на заводах и электростанциях появились высокие дымоходы, способные уносить дым от преобладающего ветра.

Ядерная энергетика возникла на сцене, когда усилилась обеспокоенность по поводу эффективности выработки электроэнергии во время быстро растущего спроса. Завершение Calder Hall решило одну из проблем в том, что это 200 МВт генерирующих мощностей без выбросов, влияющих на здоровье

населения. Он вступил в силу через два года после принятия британским правительством Закона о чистом воздухе и за четыре года до завершения первого комбинированного цикла в Корнойбурге, Австрия.

Но с нефтяным кризисом общественное мнение стало более откровенным, поскольку были приняты меры по сокращению потребления нефти. Проблемы окружающей среды, возникшие в конце шестидесятых годов, стали более очевидными, и доверие к правительству уменьшалось.

Хотя первые технологические протесты были экологическими, это были протесты против планов ядерной энергетики, которые вышли на первый план в конце 1970-х годов и к 1990 году почти остановили ядерное строительство в Северной Америке и Западной Европе, но не в остальной мир, особенно в Китае, Японии, Корее и на Тайване.

Зеленый аргумент состоял в том, что мы тратили впустую энергию и поэтому не должны были использовать так много. Были ли эти новые электростанции действительно необходимыми? Разве мы не должны делать больше для изоляции наших домов, выключать термостаты и ездить на небольших машинах? Но даже если вы сделали все, что вам нужно, вам все еще нужно электричество для освещения и приготовления пищи, а также для промышленного управления и процессов, поэтому электростанции еще предстоит построить.

В этот период во всем мире было много стран с монолитными государственными электроэнергетическими компаниями, которые считали это своим долгом обеспечивать доступное и надежное электроснабжение для всех.

В Европе это был Центральный совет по производству электроэнергии в Великобритании, Electricité de France во Франции и ENEL в Италии, которые, хотя и считались лидерами в области технологий производства и передачи электроэнергии, отвернулись от комбинированного производства тепла и энергии, единственной меры, которая способствовали значительной экономии энергии.

В северной Европе, в частности в Скандинавии, Германии и Нидерландах, централизованное теплоснабжение было разработано во многих городах, первоначально на основе паровых турбин на угле и нефти, а затем газовых турбин. Швеция в начале 1970-х даже предложила атомные станции для централизованного теплоснабжения, но это не было выполнено. Но они заменили некоторые котельные на масляном топливе в своих сетях централизованного теплоснабжения на электрические тепловые насосы.

Возражение против любой формы комбинированного производства тепла и энергии заключалось в том, что оно сокращало производство электроэнергии, что было главной целью коммунального предприятия. Если бы они выпускали пар из турбины для централизованного теплоснабжения или промышленного производства, было бы произведено меньше электроэнергии, и они не могли бы зарабатывать столько же от продажи тепла, сколько могли бы от продажи электроэнергии.

Не было такого возражения против газовой турбины с котлом - утилизатором. Поэтому неудивительно, что Соединенные Штаты сделали

первый шаг, приняв Закон о полномочиях по регулированию коммунальных услуг (PURPA) от 1979 года. Это создало рынок для комбинированного производства тепла и электроэнергии, который, поскольку он в основном базировался на газовых турбинах, играл важную роль в разработке газовых турбин и систем сгорания с низким уровнем выбросов по всей отрасли. Но это также способствовало экономии энергии за счет комбинированного производства тепла и электроэнергии, по крайней мере, для отраслей, которые, естественно, были крупными потребителями энергии.

Почему не возобновляемая энергия? Все эти варианты были рассмотрены. Возобновляемые источники энергии, из которых энергия ветра является наиболее широко развитой из новых технологий, представляют собой небольшие системы и не всегда доступны. Приливная энергия доступна только в течение нескольких часов по обе стороны от прилива, и, следовательно, доступность силовой установки изменяется по мере вращения Луны вокруг Земли. Солнечные установки работают только в дневное время, которое в более северных широтах меняется в зависимости от времени года. Ветряные генераторы, как на берегу, так и от берега, могут работать только в диапазоне критических скоростей ветра, которые могут возникнуть в любое время.

Если бы другие страны следовали законодательству PURPA в Соединенных Штатах, это могло бы быть иначе, потому что PURPA определяло, что могут делать промышленные генераторы электроэнергии, а также как они могли бы торговать электроэнергией по справедливой цене.

Хотя это было неочевидно в то время, когда оно фактически начало разделять передачу и распределение от выработки, и для большого количества комбинированных схем теплотенергии, что снизило стоимость и повысило эффективность производства энергии в широком спектре промышленных процессов.

Когда десять лет спустя приватизация электроснабжения в Великобритании привела к функциональному разделению выработки и передачи, она положила начало глобальному расширению комбинированного производства тепла и электроэнергии. Если кто-то может производить электроэнергию и гарантировать ее доступность и продавать ее по справедливой рыночной цене, то как она была произведена, не имеет значения. Инвесторы хотели завод, который можно было быстро построить и эксплуатировать, и который мог обеспечить быструю отдачу от инвестиций; что все указывает на комбинированный цикл, с его скоростью строительства, низким воздействием на окружающую среду и высокой тепловой эффективностью.

В течение 1980-х годов, когда влияние Грина проникло в общественное мнение, у производителей электроэнергии не было будущего, особенно в области ветроэнергетики, строительство которой было непростым и прерывистым. Они могли бы повысить эффективность и сократить выбросы тепловых электростанций, но ветер оказал большее воздействие на окружающую среду с десятками единиц малой мощности. Цель конференции

в Киото в конце 1997 года состояла в том, чтобы обсудить, как можно уменьшить глобальное потепление за счет сокращения выбросов от производства электроэнергии и ее использования и разработки экологически чистых систем производства электроэнергии. Это было сочтено настолько важным, что для определения прогресса должны быть установлены целевые показатели, которые были установлены на последующей конференции в Нидерландах в 2001 году. К 2012 году эти цели устанавливают целевые показатели сокращения выбросов до уровня 1990 года. Количество других стран будет определено до 2020 года.

Именно эта конференция фактически подтолкнула повестку дня Зеленого движения в поддержку возобновляемых источников энергии. К 1997 году дерегулирование электроснабжения во всем мире было хорошо развито, что создало условия для установки небольших электростанций промышленностью и новыми генерирующими компаниями. Ветряные электростанции начали появляться по всей Европе и Северной Америке, первоначально их мощность составляла до 2 МВт на суше, а затем, в ответ на публичные возражения, на уровне 3,7 МВт и выше на расстоянии от берега. Страны на начальном этапе Киото находятся в основном в Европе и Северной Америке, якобы наиболее загрязняющих странах, которые должны показать остальному миру, что делать. Но это относительный термин, активисты «Зеленых» любят указывать на Соединенные Штаты как на крупнейшего загрязнителя. Тем не менее, на протяжении более сорока лет, что страна упорно трудились, чтобы улучшить свою собственную среду и не получил кредит на это вообще. В результате по всей стране произошло заметное сокращение выбросов, особенно окислов серы и азота, как от транспортных средств, так и от электростанций.

Соединенные Штаты всегда полагались на технологии для сокращения выбросов, и именно эта технология позволит снизить спрос на электроэнергию. В настоящее время на атомном флоте модернизируются паровые турбины, и все большее число станций получают лицензии на шестьдесят лет. Если каждый из 104 действующих реакторов получает модернизацию 50 МВт, это эквивалентно добавлению пяти дополнительных реакторов в систему. Четыре новых проекта реактора были лицензированы Министерством энергетики, и несколько генерирующих компаний в настоящее время активно планируют новые атомные электростанции для обслуживания после 2015 года. Научно-исследовательский институт электроэнергетики (EPRI) даже рассматривает то, что потребуется для лицензирования существующей ядерной энергетики, заводы на протяжении более шестидесяти лет.

В 48 смежных штатах существует постоянный рынок ветрогенераторов. Но не только от этого выбросы падают. Американская точка зрения заключалась в том, что целевые показатели и налоги не были способом достижения результатов, и, похоже, это имело эффект. Чистые выбросы парниковых газов снизились на 1,5% с 2005 по 2006 год.

Европейская директива о крупных установках для сжигания (LCPD),

которая была объявлена в 2001 году, требует, чтобы все угольные и нефтяные электростанции, построенные до 1987 года, были закрыты к концу 2015 года, если только они не приняли решение, применив системы FGD и другие природоохранные меры до конца 2007 года.

LCPD является одним из наиболее разумных решений после Киото, принятых 27 странами Европейского Союза и необходимых для достижения 20% сокращения выбросов парниковых газов к 2020 году. Это составляет график сокращения загрязнения, поскольку более эффективные и экологически чистые электростанции, которые заменяют старые станции, будут иметь более низкие и более чистые выбросы и должны быть эквивалентны мощности. Если нет, то могут последовать серьезные отключения электроэнергии, что потребует серьезного отключения нагрузки изо дня в день для контроля частоты.

Поэтому, прежде чем мы рассмотрим энергетическую систему будущего, если мы собираемся использовать меньше, мы сами должны сыграть свою роль. Низкоэнергетические люминесцентные лампы постепенно заменяют лампы накаливания, но больше ради экономии. Устройство с низким энергопотреблением 18 Вт стоит дороже, но будет излучать столько же света, сколько лампа накаливания мощностью 100 Вт, и будет работать до десяти лет. Во всем мире коммунальные службы и некоторые супермаркеты предлагают привлекательные цены на оптовые закупки люминесцентных приборов.

Если домовладелец с лампочками мощностью 100 Вт в каждой из пяти основных комнат типичного дома с тремя спальнями поменяет только эти лампочки на энергосберегающие блоки, нагрузка снизится на 410 Вт. Повторите это в миллионе домов и суммарное снижение на 410 МВт эквивалентно мощности одноосной парогазовой установки на рынке 50 Гц.

Точно так же, если есть возможность вырабатывать электроэнергию из фотоэлектрической батареи на солнечной крыше, для тех, кто может себе позволить установку, есть те, кто не понимает смысла делать это. Если правительство предлагает гранты для поощрения этого, как вопроса энергетической политики, есть те, кто по праву займется этим, и те, кто не хочет хлопот с подачей заявки на грант и думает, что будут выдвинуты всевозможные возражения, что задержит или предотвратит это.

Но как мы определяем систему зеленой энергии? Во-первых, он должен оказывать минимальное воздействие на окружающую среду с точки зрения своих выбросов и не иметь скрытого компонента экологического ущерба из-за чрезмерных энергетических нагрузок при производстве материалов, производстве компонентов и установке завода.

Фактически это является причиной того, что после отмены регулирования электроснабжения во многих странах комбинированный цикл стал предпочтительным вариантом для новых генерирующих мощностей. Воздействие на окружающую среду включает в себя такие факторы, как физический размер, уровни трафика, идущего к действующей установке и обратно, уровни шума на границе площадки и влияние на охлаждающую воду.

Скрининг станции путем посадки деревьев также может способствовать снижению воздействия на окружающую среду.

Но технология также должна быть устойчивой, поскольку она может гарантировать последующим поколениям надежное энергоснабжение по доступной цене. У людей через 100 лет может быть несколько иной образ жизни, чем у нас, но им все равно понадобится энергия для его поддержки, и спрос на электроэнергию может быть намного выше, чем сейчас.

Не может быть полностью безэмиссионного электроснабжения, потому что оно генерируется для удовлетворения спроса, как это происходит. Даже если вся базовая нагрузка переносится на атомные электростанции, все равно будет существовать потребность в тепловых установках большой гибкости, которые всегда будут доступны для покрытия перебоев с заправкой ядерным топливом и технического обслуживания, отсутствия осадков, вызывающих низкую выработку гидроэнергии, и, конечно, наличие некоторых возобновляемых источников энергии, а также ежедневный спрос.

Но в конце 2008 года глобальный финансовый кризис отодвинул глобальное потепление на задний план. Таким образом, вопрос в том, насколько замена старых электростанций современными эффективными и экологически чистыми системами может стать механизмом возобновления промышленного роста, чтобы вывести нас из рецессии?

Глобальное потепление

Глобальное потепление или изменение климата как политическая и экологическая проблема в последние двадцать лет выдвигается напередний план общественного мнения. Хотя существует множество примеров изменений в окружающей среде, которые можно отнести к тенденции к потеплению, нет точного описания аналогичных событий в прошлом, когда население планеты было намного меньше, а используемой энергией были вода, ветер, солнце и биомасса.

Зеленые паникеры заставили бы нас поверить в то, что если мы не сделаем что-то быстро, то малые низменные тихоокеанские острова и крупные прибрежные города, такие как Лондон, Амстердам, Бостон и Нью-Йорк, исчезнут под десятками метров морской воды до конца века. Пока глобальный экономический кризис с середины 2008 года отодвинул проблему на второй план. В настоящее время дела научных обществ поддерживают нынешние взгляды на эту тему, а именно то, что это происходит быстрее, чем мы думали ранее.

Климат и изменение - теперь модные слова Зеленого движения. Они хотят вселить страх в общество так же, как они делали это из-за ядерной энергии, в отчаянной надежде, что это приведет к будущему мировому порядку простой жизни с меньшим потреблением энергии. Основным аргумент заключается в том, что чем больше углекислого газа, который мы закачиваем в атмосферу в качестве выхлопа процесса сгорания на электростанциях, котлах, автомобилях, кораблях и самолетах, тем больше концентрация в атмосфере. Затем он поднимается к вершине атмосферы, где он блокирует излучение тепла обратно в космос и повышает глобальную температуру в результате парникового эффекта. Поскольку основным механизмом глобального потепления является чрезмерный выброс углекислого газа в атмосферу, существует один источник, который невозможно контролировать, который постоянно увеличивается.

Население мира более чем утроилось со времени окончания Второй мировой войны в 1945 году и в настоящее время составляет около 6,5 миллиарда человек при параллельном увеличении количества животных для питания, работы и домашних питомцы. Все они вдыхают кислород и выдыхают углекислый газ. В три раза больше людей требуют в три раза больше воды и в три раза больше еды. Им нужно где-то жить, и их потребность в энергии в их домах и на рабочих местах с годами привела к растущему спросу на энергию для поддержки экономической активности.

Изменение климата станет следствием серьезного глобального потепления. В последние двадцать лет наблюдалось резкое увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере, что дало некоторую уверенность

теории, особенно в связи с необычными климатическими явлениями. Это может быть период лет с, казалось бы, очень теплым летом или проливными дождями в необычные времена года. Арктический ледяной покров уменьшается, в результате чего через вершину Канады был открыт морской проход: знаменитый Северо- Западный проход.

На самом деле, единственное, в чем мы можем быть абсолютно уверены, это то, что население планеты продолжает увеличиваться и что мы также продолжаем выливать углекислый газ в атмосферу с наших автомобилей, самолетов, кораблей, заводов и электростанций. Нынешняя экономическая ситуация временно сократила некоторые из этих видов деятельности и может продолжаться в течение некоторого времени.

Чего мы не знаем, так это того, что происходило в другие времена изменения климата в прошлом. Мы знаем, что во времена средневековья на южном побережье Гренландии существовало поселение викингов, которое вымерло в пятнадцатом веке, когда падающая температура не позволила продолжить там заниматься сельским хозяйством. Продолжение этого холодного периода в течение следующих четырехсот лет означало, что в Англии можно было кататься на коньках на Темзе зимой в середине семнадцатого века.

Оглядываясь назад, в римские времена можно было выращивать виноград в Англии и делать вино. Коммерческое производство вина в Англии снова началось примерно с 1970 года. Таким образом, похоже, что мир пережил холодный период, по крайней мере, с конца четырнадцатого века до середины девятнадцатого. В то время население Земли составляло немногим более 500 миллионов человек, и энергия была получена из энергии ветра, биомассы и животных до промышленной революции.

Это предполагает, что это были большие климатические изменения из-за отклонения земной орбиты вокруг Солнца, так как они были в глобальном масштабе.

С промышленной революцией началась механическая транспортировка паром, как на кораблях, так и на железных дорогах. Позже двигатели внутреннего сгорания и, наконец, газовая турбина, распространили это на автомобильный транспорт и авиацию.

Все эти двигатели начинались как относительно неэффективные устройства, но со временем были сделаны улучшения, что привело к более высокой производительности с большей топливной эффективностью.

Большое изменение в конце девятнадцатого века стало началом коммерческого производства электроэнергии, которое снова добилось больших успехов в повышении эффективности. Но все это время население планеты увеличивалось. Таким образом, поскольку спрос на энергию увеличился, количество выбросов углекислого газа увеличилось.

Это неоспоримо, население мира составляет более 6,5 миллиардов человек, из которых более одной трети приходится на две быстроразвивающиеся страны: Китай и Индию. Мегалополисы Азии и Южной Америки, такие как Шанхай, Китай, Манила, Филиппины и Сан- Паулу,

Бразилия, представляют собой еще одну концентрацию городского населения с высокой плотностью энергии; результат перемещения сельского населения туда, где могла бы быть работа, теперь, когда механизация фермерских хозяйств лишает его возможностей в сельской местности.

Результатом должно стать то, что по мере того, как в Европе и Северной Америке будет распространяться определенный энергоемкий образ жизни, общий спрос на энергию будет продолжать расти, в то время как спрос на энергию в определенных видах деятельности будет снижаться за счет применения новых технологий большей эффективности. Но, как и в Европе, повышение уровня жизни и увеличение продолжительности жизни могут в конечном итоге привести к снижению темпов роста всего населения мира.

Поэтому задача должна заключаться в том, чтобы создать надежную и эффективную систему электроснабжения в качестве первого шага, поскольку во всех энергетических системах она сосредоточена в больших масштабах. Относительно небольшое количество электростанций в каждой стране позволяет легко принимать конкретные меры по охране окружающей среды, как это уже произошло. Будущая система электроснабжения, которая будет развиваться, должна оказывать минимальное воздействие на окружающую среду как при ее строительстве, так и при эксплуатации, и, прежде всего, произведенная электроэнергия должна быть доступной для всех пользователей.

Ирония нынешней ситуации заключается в том, что около пятидесяти лет назад низкая эффективность тепловых электростанций была предметом общественного беспокойства во время растущего спроса на электроэнергию. Решения, которые были найдены в то время, все еще с нами, и с тех пор наблюдается постоянное улучшение производительности и воздействия электростанций на окружающую среду.

Другое использование энергии, которое необходимо изменить, - это транспорт, который является более сложным. Из-за большого количества единиц производственная база должна быть изменена, топливо должно быть заменено и введено на рынок, пока текущая система не работает. Вероятность заключается в том, что, по меньшей мере, для дорожных транспортных средств возможным решением является использование водорода, приводящего в движение электродвигатели с топливными элементами.

Это потребует от электростанций специально генерировать водород и разжигать его. Альтернативой является питание от батареи, которое потребовало бы большой зарядной нагрузки в зависимости от использования транспортных средств.

Строительные блоки новой системы электроснабжения могут быть: ультра-сверхкритическая паровая установка с КПД 45% по сравнению с 36% в лучших подкритических единицах; комбинированный цикл с эффективностью 60% с появлением новых газовых турбин; ядерные системы как с водяным охлаждением, так и с новыми меньшими газоохлаждаемыми реакторами, расширяющими диапазон применений, которые будут полностью свободны от

выбросов. Тогда есть возобновляемые источники энергии: классические гидро-и насосные системы хранения, которые полностью интегрированы с существующей системой электроснабжения.

Новые возобновляемые источники энергии, ветер, приливный поток и солнечная энергия не имеют существенного значения в своем вкладе в настоящее энергоснабжение и имеют ряд недостатков. Это небольшие генерирующие единицы; самый большой ветрогенератор - всего 6 МВт, а самая большая единица приливного тока - 1,2 МВт. Ветровые электростанции, по крайней мере, оказывают очень большое воздействие на окружающую среду, потому что они очень хороши видны.

Солнечная фотоэлектрическая энергия является потенциально наиболее важной из возобновляемых технологий. Активные элементы представляют собой твердотельные электронные устройства, которые, как можно ожидать, будут дешеветь по мере увеличения производства. У него есть потенциал в значительной части мира, чтобы снизить производство электроэнергии до уровня потребителей.

Фотоэлектрическая батарея, установленная на южной крыше каждого дома, будет обеспечивать до 4 кВт для каждой семьи в дневное время, а вся неиспользованная энергия будет продаваться в сеть. Чтобы это произошло, дом должен иметь интеллектуальный счетчик, который бы указывал на импорт и экспорт электроэнергии в сеть, но также должен быть законодательный акт, стимулирующий рынок.

Это инструменты, доступные для будущей системы электроснабжения, но они просто заменяют старые и менее эффективные установки новыми и более экологически чистыми системами, поскольку спрос на электроэнергию продолжает расти; или это обуздать глобальное потепление. Но это также требует, чтобы законодательство позволило в полной мере использовать различные технологии.

Практические причины для строительства новой электростанции заключаются в увеличении мощности для удовлетворения возросшего спроса, и, как правило, новый завод будет более продвинутым. Сверхкритическая угольная электростанция с КПД 45% будет сжигать на 20% меньше угля, чем старая установка, которую она заменит. Его производственные затраты будут меньше из-за его более низких капитальных и топливных затрат.

Два блока по 800 МВт заменят три блока по 500 МВт. Генераторы будут более эффективными, и паровые турбины также будут иметь более простую конструкцию с 4 цилиндрами, чем более крупную версию старых комплектов с 5 цилиндрами, а лопасти будут иметь компьютерную конструкцию и, следовательно, более эффективную. Таким образом, полученный завод будет более эффективным и более экономичным в строительстве. Эти же принципы будут определять конструкцию турбин комбинированных циклов и атомных станций.

Но тип завода, который будет построен, не может быть полностью выбором владельца. Правительства по-прежнему решают, что и когда будет построено, и именно здесь возникла проблема глобального потепления.

Несмотря на то, что группы инвесторов могут строить и владеть электростанциями и контролировать систему передачи и распределения, именно правительства дают согласие на строительство электростанций.

Это место, где Зеленое движение вступило в борьбу с его безъядерными, всеми возобновляемыми источниками энергии и посланием о сохранении, которое на протяжении многих лет нашло желающих слушателей, особенно среди оппозиционных партий, которые долгое время отсутствовали у власти. Там, где они вернулись к власти, они были добровольными сторонниками возобновляемой энергии, и многие придерживались мнения, что ядерная энергия, если она вообще будет использоваться, будет системой последней инстанции.

Крупным событием в области изменения климата стала Конференция в Киото в конце 1997 года. Чем больше пройдет времени, тем больше будет казаться, что это событие было вдохновлено зелеными, когда страны реагировали на выводы. Развитые страны мира будут применять меры для достижения целевого уровня выбросов, который был снижен до уровня 1990 года. Решающим актом стала последующая конференция в Ден Хааге в 2001 году. Все страны, ратифицировавшие его, будут связаны целями, установленными для сокращения выбросов.

Но проблема политическая. За последние двенадцать лет произошли изменения в политической структуре некоторых европейских правительств, а в мае 1997 года было избрано лейбористское правительство в Великобритании после 18 лет оппозиции. Газ уже взял на себя подачу электроэнергии, но через шесть месяцев после их возвращения к власти, во время конференции в Киото, британское правительство объявило о запрете новой газовой генерации, без сомнения, для защиты угольной промышленности.

Однако с тех пор единственными электростанциями, которые были построены в Великобритании, являются комбинированные циклы, работающие на газе, а также несколько небольших гидроэлектростанций и ряд морских ветряных электростанций. Много было сказано о будущей энергетической политике, но очень мало сделано. Ряд старых угольных электростанций были снесены и заменяются газовыми комбинированными циклами.

В Германии в 1997 году также прошли выборы нового федерального правительства после длительного периода оппозиции. Коалиция Социал-демократическая партия / Партия зеленых, которая в предыдущих правительствах штатов отказывала в выдаче лицензий на новые атомные электростанции, была полна решимости закрыть все 21 действующий блок, который поставлял 33% электроэнергии страны. Атомной промышленности удалось успокоить ситуацию, и заводы будут продолжать работать до конца своей проектной жизни.

Между тем, страна покрыта более чем 20 000 МВт ветрогенераторами, каждый мощностью менее 2 МВт, которые в настоящее время вызывают общественный протест, наряду с планами по строительству новых угольных электростанций и, как и в остальной части Европы, газовых электростанций.

запущенные комбинированные циклы строятся как единственно приемлемый вариант.

В шестидесятые годы поколение детей, родившихся сразу после Второй мировой войны, вступало во взрослую жизнь, причем некоторые поступали в университеты, а другие выходили на рынок труда. Шок от убийства Кеннеди в ноябре 1963 года сопровождался триумфальным зрелищем первой посадки на Луну в июле 1969 года.

Именно приземления на Луну, заставили людей задуматься об окружающей среде. К тому времени, когда программа «Аполлон» закончилась, около тридцати человек либо находились на орбите, либо приземлились на Луну и имели такой же вид сине-белого шара на лунном небе; планета Земля, дом всего человечества. Но на нем было два идеологически противоборствующих силовых блока с достаточным количеством оружия, чтобы уничтожить друг друга и всех остальных на планете!

Шестидесятые годы были периодом экономического роста с полной занятостью и быстрым улучшением уровня жизни, что нашло отражение в устойчивом росте спроса на электроэнергию. Но в конце 1960-х годов сочетание студенческих волнений и потока либерализующего законодательства по сексуальным и расовым вопросам создало ситуацию, в которой с появлением вновь обретенной свободы выражения стали появляться признаки протеста в темпе перемен.

То, что это произошло сначала в Северной Америке, было неизбежно, потому что протест может быть эффективен только в свободном обществе, где любой член общества с такой мотивацией может написать в газету или внести вклад в радио или телевизионную программу. Это никогда не было более чем в Соединенных Штатах и Канаде, где центры населения настолько широко распространены и в нескольких часовых поясах, что большинство средств массовой информации базируются на местном уровне. В такой обстановке легко услышать свое мнение, особенно если оно касается спорных местных вопросов, таких как маршрут новой автомагистрали или линии электропередачи или участок нового аэропорта.

Когда осенью 1973 года на Ближнем Востоке разразилась война, и Организация стран-экспортеров нефти ввела четырехкратное увеличение цен на нефть, реакция развитых стран заключалась в том, чтобы снизить зависимость от нефти, по крайней мере, для выработки энергии.

События, произошедшие за последние двадцать лет, показали, как электроэнергия может генерироваться с помощью чистой технологии без выбросов для подкисления озер в другой стране с подветренной стороны и в сотнях миль от них. Был найден способ экономической передачи энергии на большие расстояния без передачи ошибки от сети-отправителя к сети-получателю. В результате будет меньше выбросов и большей безопасности поставок.

Не было никаких других вариантов топлива, кроме ядерной энергии, угля и любой другой гидроэнергетики. Некоторые из крупных газовых месторождений в мире были открыты, но разработка была на ранних

стадиях, и степень их запасов не была полностью известна. Первые мощные газовые турбины промышленного производства, способные работать на синхронных скоростях, только начинали появляться, и первые комбинированные циклы для их включения появились в Соединенных Штатах, но в Европе первичным приоритетом для природного газа была замена угольного газа на внутреннем рынке.

Для развитых стран Европы и Северной Америки с их высоким уровнем спроса на электроэнергию проблема заключалась в том, чтобы исключить электростанции, работающие на базе нефти, из производства электроэнергии, что означало замену их угольными или ядерными. Но не все было хорошо с общественным мнением в большей части Северной Америки и Европы. Было ощущение, что правительство стало отдаленным.

Это были средние годы холодной войны. До этого момента антиядерный протест носил политический характер, но все это должно было измениться. Протест уже возник в связи с высоковольтными воздушными линиями и трассами трубопроводов. Башни в их различных проектах, которые становились больше с напряжением, и связки кабелей, подвешенных на больших изоляционных нитях, считались многими бельмом на глазу, портящими ландшафт и потенциально вредными для людей и животных, живущих под ними.

Но что, если животное или даже растение, живущее под линией электропередачи или в реке или рядом с ней, было уникальным видом: реальным или воображаемым? Это был следующий вызов. Постройте плотину на этой реке, и вы уничтожите среду обитания уникальных видов рыб, о которых никто никогда не слышал раньше, или водохранилище затопит единственное известное место, где найдено конкретное растение, или разрушит древнее историческое место.

С этими первыми протестами возникли известные в настоящее время движения за защиту окружающей среды, такие как Sierra Club, Friends of the Earth и Greenpeace, которые начали проповедовать другую философию. Нам не нужны были все эти новые электростанции, мы могли бы экономить энергию за счет лучшей изоляции и повышения эффективности, и разве мир не стал бы намного лучше, если бы мы могли производить энергию, которая нам нужна, из возобновляемых ресурсов?

Это был протест против технологий, но это был также призыв к защите и сохранению природной среды. Первым изменением в ответ на это было то, что любое развитие инфраструктуры, такое как новая автомагистраль или электростанция, потребовало бы составления отчета о воздействии на окружающую среду. Если он будет принят, то проект может продолжаться, но это не значит, что он будет свободен от протеста во время его строительства.

Период после 1973 года принес широкие изменения в обществе в их отношениях с правительством и научным сообществом. Наука стала более специализированной и менее понятной широкой общественности. Крупные общенациональные протесты должны были затронуть вопросы,

представляющие общественный интерес для них, чтобы получить какое-либо последующее или широкое признание результатов.

Если мы посмотрим на действия, вызванные организованным протестом, то через них проходит общая нить, и это страх перед неизвестным. Из-за неэтилированного бензина существовал страх, что если бы мы жили в городах с плотным движением, наши дети сошли бы с ума, если бы они вдыхали свинец из выхлопных газов автомобилей. Для озоновых дыр над арктическими регионами, мы бы загорали на наших пляжах от рака кожи из-за ультрафиолетового излучения, которое могло бы проникнуть внутрь.

Мы не хотели ядерной энергии, чтобы на электростанции что-то не случилось, и она взорвалась бы, как ядерная бомба. Такого никогда не было, даже в Чернобыле в 1987 году, где было убито менее 100 человек, а три неповрежденных реактора были позже возвращены в эксплуатацию. Если бы эффект был от ядерной бомбы, Киев, возможно, не существовал бы сейчас.

Самый продолжительный и широко распространенный результат протеста был связан не с ядерной энергией, а с более широко используемыми технологиями транспорта и сельского хозяйства: постепенное прекращение использования этилированного бензина и установка выхлопных катализаторов на всех транспортных средствах.

За этим последовал общий протест против крупных инфраструктурных разработок. В течение многих лет электроэнергетические компании жаловались на сложность поиска площадок для новых электростанций независимо от их типа. Для атомных электростанций и связанных с ними объектов была широкая возможность оспаривать на каждом этапе процедуры лицензирования.

У зеленых активистов, особенно в США, был полевой день. Затянувшиеся слушания вынудили внести изменения в конструкцию, чтобы уменьшить риск невозможных аварий, что увеличило расходы, до такой степени, что многие коммунальные службы бросили полотенце и отменили многие из запланированных электростанций.

Это, однако, не имело каких-либо серьезных последствий из-за снижения темпов роста спроса на электроэнергию в то время.

Несмотря на это, к 1990 году атомные электростанции в Бельгии, Финляндии, Франции, Германии, Нидерландах, Испании, Швеции, Швейцарии и Соединенном Королевстве были почти полностью завершены и работали, при этом в Соединенном Королевстве по-прежнему оставалась только мощность 1100 МВт в Соединенном Королевстве в разработке. Совокупный результат состоял в том, что в тогдашнем Европейском Союзе более 30% электроснабжения обеспечивалось атомными электростанциями без выбросов серы или оксидов азота, и в общей сложности более 500 миллионов тонн / год углекислого газа не выбрасывалось в атмосферу.

Логично, что любое правительство, обеспокоенное глобальным потеплением, создало бы систему электроснабжения с минимальными выбросами и поощрило бы более широкое использование электроэнергии, где это возможно, в промышленности. Но этого не должно было быть. Зеленое

движение фактически положило конец строительству атомных станций в Соединенных Штатах и большей части Европы, где оно успешно проникло в политические партии и повлияло на общественное мнение, и было широко распространено мнение, что больше никогда не будет построено там.

То, что мы видим сейчас, это мир, управляемый технологиями и управляемый людьми, которые не знают об этом в первую очередь. Это ситуация, которая постепенно развивалась на протяжении многих лет, так как взгляды Грина проникли в профессию преподавателя, в результате чего все меньше студентов поступают в университеты для изучения естественных наук, математики или техники.

Таким образом, правительства должны соблюдать баланс между, с одной стороны, своим электоратом, который подвергся воздействию всех мнений Зеленых и кто твердо верит в то, что глобальное потепление происходит и что возникнут тяжелые проблемы, если мы не сделаем что-то быстро; и научным сообществом, с другой стороны, которое пытается выяснить, что на самом деле происходит, и определить, что можно с этим сделать, если что.

Мы слышим, например, что ледники в Гренландии и Антарктике тают быстрее, чем в прошлом; но как давно? Мы знаем только то, что произошло во время прошлого изменения климата, из работ того времени, которые по сути были наблюдениями в непосредственной близости от автора, без каких-либо твердых научных доказательств, подтверждающих это. Пятьсот лет назад мир все еще был открыт для исследований, и, когда для пересечения Атлантики требовалось больше месяца, понадобилось очень много времени для связи между континентами.

Сегодня в Гренландии так же тепло, как во времена первых поселений викингов. Морской канал между западным побережьем и островом Баффина круглый год свободен ото льда, и большинство общин находятся на этой стороне острова. Единственный обычно видимый лед - это дрейфующие на юг айсберги, отколовшие ледники на крайнем севере.

Киото появился во времена растущего влияния зеленых на правительство и растущего числа людей в правительстве, которые были почти профессиональными политиками с минимальным опытом работы в промышленности или законодательстве. Несколько стран первоначально отказались от ратификации, но постепенно они были сокращены до Соединенных Штатов, которые всегда возражали против того, что технологии, а не цели, поддерживаемые налогообложением, будут сокращать выбросы, и что первоначальный Киотский протокол не включал быстроразвивающиеся азиатские экономики, особенно в Китае и Индии, с их быстро растущим спросом на энергию, в частности на электроэнергию.

В конце 2007 года конференция Организации Объединенных Наций на Бали объединила 190 стран для выработки глобального плана по борьбе с изменением климата. Опять же, это были Соединенные Штаты против остальных, причем европейские страны хотят глобального сокращения на 40% к 2020 году. Но итогом этого является еще одна конференция в Копенгагене в 2009 году, на которой доработан план относительно того, как

это должно быть сделано и какой каждый участник Страна должна будет ратифицировать.

Нетрудно сократить выбросы в легко контролируемой отрасли производства электроэнергии. На самом деле ответы даны с нашим нынешним поколением и технологиями передачи. Транспорт является более крупным и растущим источником выбросов, в то время как выбросы углекислого газа на уровне земли могут поглощаться травами, деревьями и растениями на обочинах дорог, налогообложение, основанное на мощности двигателя или заторах в городах, просто накладывает дополнительные расходы на бизнес, что означает более высокие транспортные расходы, которые неизбежно будут переданы потребителям.

Любая обязательная цель по сокращению выбросов зависит от реализации политиками, и, поскольку это может потребовать непопулярных решений, таких как введение налогов, для сдерживания использования транспортных средств и самолетов, которые затем предпримут решительный шаг с приближением выборов, которые может заставить их потерять власть.

Однако реальность ситуации такова, что, хотя мы можем подсчитать, сколько парникового газа выбрасывается любым работающим на ископаемом топливе котлом, электростанцией, автомобилем, кораблем или самолетом, у нас далеко не ясное понимание кумулятивного воздействия на среднюю глобальную температуру, учитывая, что он вырос менее чем на 1 ° C в течение 20-го века. Кроме того, в течение этого времени эффективность производства энергии и конечного использования постоянно увеличивалась.

На выработку электроэнергии приходится 22% глобальных выбросов парниковых газов; это, конечно, не включает ядерную, гидроэнергию и ветроэнергетику, а также не включает в себя затраты энергии на поставку топлива, без которых электростанции не могут функционировать. Тем не менее, электричество в месте использования полностью без выбросов.

Чтобы добиться значительного сокращения выбросов парниковых газов, больше энергии должно основываться на электричестве, что означает, что выбросы применяются к электростанциям. Таким образом, новые электростанции, которые должны удовлетворять этот возросший спрос, должны либо не иметь, либо иметь очень низкий уровень выбросов.

Как это может быть сделано? Во-первых, мы можем сократить спрос на ископаемую энергию, перейдя на ядерные и возобновляемые технологии и вывоз уголь из производства электроэнергии.

Газовые компрессоры на некоторых старых трубопроводах заменяются электрическими блоками, но это делается только в развитых странах, имеющих свободный доступ к электроснабжению. Типичный привод газовой турбины для этих ранних компрессоров имеет КПД от 25 до 30%. Привод электродвигателя может работать от комбинированного цикла с КПД 58% или от гидроэлектростанции или атомной электростанции, которая не имеет выбросов. В любом случае, газ не отводится для повышения давления: все это достается конечным пользователям.

Таким образом, существует ряд применений существующих технологий,

которые, если их применять не везде, а в достаточном количестве мест, могли бы привести к значительному снижению спроса на электроэнергию или расхода топлива. Выработка электроэнергии более эффективно - это только одна часть уравнения. Другой - эффективность передачи.

Потери при передаче возросли, так как возросло напряжение и диверсифицировалось применение электроэнергии. Системы синхронной или реактивной компенсации могут улучшить ситуацию на длинных слабо нагруженных линиях вне пределов пиковой нагрузки. Но основные потери связаны с расстояниями, на которых электростанции построены из центров нагрузки.

Крупные гидроэлектростанции могут быть построены только там, где имеется водные ресурсы. Угольные станции строятся возле угольных шахт. Высоковольтный постоянный ток (HVDC) соединял отдаленные электростанции с центрами нагрузки и соединял острова с материком. Первое соединение HVDC было между Швецией и Балтийским островом Готланд, и за ним последовало первое из двух соединений между Францией и Великобританией.

Энергетическая биржа Nordel была создана между скандинавскими странами более 50 лет назад, объединяя страны с большим гидроэнергетическим потенциалом для других, не имеющих крупных угольных и атомных электростанций, которые могли бы работать как одна система.

Высоковольтные линии постоянного тока были установлены, чтобы исключить распространение неисправностей между национальными сетями.

Пиковое время в Финляндии было на час раньше, и, поскольку он находился намного дальше к северу от Дании, где не было такого большого различия в дневных часах и температурах между летом и зимой, были большие различия в структуре спроса на электроэнергию между странами и между регионами внутри стран. Это определило, как электроэнергия может быть передана для удовлетворения пикового спроса. Угольные электростанции в Дании и Финляндии, а также атомные станции в Швеции и Финляндии обеспечивали базовую нагрузку, а гидроэнергетика в Норвегии, Финляндии и Швеции обеспечивает пиковую мощность во всем регионе.

Попытка обуздать глобальное потепление за счет выработки электроэнергии приемлема, потому что альтернативы нет. Тем не менее, Зеленая повестка дня по-прежнему остается приоритетной, хотя цели в области возобновляемых источников энергии, намеченные на 2010 год, вряд ли будут достигнуты, и в принятии решений есть признаки паники. Тем не менее, мы знаем, как производить электроэнергию без выбросов парниковых газов с помощью ядерных, гидро-, геотермальных и ветровых энергетических систем, но сложность состоит в том, чтобы объединить их в систему с меньшими потерями при передаче и в будущем можем столкнуться с гораздо большим спросом на электроэнергию.

Чтобы построить для этого будущего, желательно сократить выбросы, используя только самые эффективные системы ископаемого топлива. Это

означает постепенный отказ от производства электроэнергии и создание комбинированного цикла, работающего на газе, чтобы покрыть разрывы в выработке электроэнергии во время строительства новой энергосистемы. Комбинированный цикл все еще будет необходим в качестве быстродействующей системы для покрытия пикового спроса и отсутствия возобновляемых систем и перебоев с заправкой.

Тем не менее, каждый подписавший Киотский протокол установил целевые показатели до 10% электроэнергии, которая будет поставляться возобновляемыми источниками энергии к 2010 году, и практически не имеет шансов на ее достижение. Для ветроэлектростанции с 30 генераторами, чтобы обеспечить 90%-ную готовность тепловых электростанций, потребовалось бы, чтобы 27 из них работали 365 дней в году с их максимальной непрерывной мощностью, чего пока не было показано, что ни одна ветряная турбина не способна.

Это ошибочный аргумент Грина о возобновляемых источниках энергии и лучшей изоляции для удовлетворения всех наших энергетических потребностей. Он в первую очередь адресован внутреннему рынку, где многие домовладельцы могут утеплить свои дома и приобрести двойное остекление и низкоэнергетическое освещение. Законодательство по строительным нормам и правилам может определять изоляцию, стандарты, чтобы, по крайней мере, новые дома могли быть построены с полостью стен и утеплением крыши, двойным остеклением и конденсационными газовыми обогревателями, чтобы снизить общую потребность в энергии.

Есть много других мер, которые люди могут предпринять, чтобы контролировать и сокращать потребление электроэнергии. Например, если достаточное количество людей поменяет лампы накаливания на эквивалентные люминесцентные низкоэнергетические устройства, это может существенно повлиять на нагрузку освещения для всей страны. Но мы не можем снизить глобальные температуры только этим.

Пока что только две страны, Австралия и США, приняли законы, запрещающие продажу ламп накаливания. Посмотрите любой американский сервисный веб-сайт, и вы найдете рекламные материалы о низкоэнергетическом освещении и даже предложения бесплатных низкоэнергетических люминесцентных ламп для замены ламп накаливания. Это имеет смысл, потому что, если 5 миллионов единиц были заменены в каждом штате, что представляет снижение нагрузки на электроэнергию на 20 500 МВт только для Соединенных Штатов.

Балийская конференция проходила против растущего научного свидетельства потепления. В частности, в Арктике ледники тают в Гренландии, а ледяная шапка Антарктики размывается по краям, но связано ли это с озоновыми дырами, о которых мы сегодня не слышим, или с более общим потеплением? В 2007 году впервые в живой памяти через вершину Канады между Атлантическим и Тихим океанами открылся канал с чистой водой: легендарный Северо-Западный проход.

Из-за всего этого утверждается, что на Альпах может не быть снега и что

некоторые знаковые виды животных, такие как белый медведь и королевский пингвин, могут исчезнуть к концу столетия.

Это проблема, мы можем постулировать глобальное повышение температуры до 5°C, но мы не можем перевести это в объем углекислого газа для его производства и интерпретировать это так же, как и многие угольные электростанции или автомобили на улицах. Прежде всего, мы не знаем общего количества углекислого газа, выдыхаемого тремя миллиардами лишних людей, потому что это может объяснить, почему источники энергии, свободные от выбросов, не остановили и не остановили какое-либо повышение глобальной температуры.

Фактически, если вся тенденция глобального потепления является результатом человеческой деятельности, то это является следствием одной конкретной деятельности, которая обычно выполняется в постели. В то время как строилось более 450 реакторов, население мира удвоилось и, возможно, увеличилось с уровня 1960 года к 2050 году до более чем девяти миллиардов.

Единственное, что всегда остается вне уравнения - это неумолимый рост населения планеты. Мы все дышим кислородом и выдыхаем углекислый газ в течение всей нашей жизни, как и любое другое живое существо на планете.

Мы все вместе являемся крупнейшими производителями парниковых газов. Однако для производства достаточного количества пищи для всех тропические леса, которые обеспечивают часть кислорода в атмосфере, вырубаются в сельском хозяйстве, которое теперь включает производство биотоплива с использованием пальмового масла, масличного рапса и аналогичных культур.

Быстрый рост населения требует больше энергии. В два раза больше людей требуется вдвое больше еды, и вдвое больше воды, чтобы пить и использовать для всех других целей. Даже сейчас нам не удалось справиться с таким ростом. В некоторых развивающихся странах все еще проживает большое число людей, более 50% которых моложе 20 лет и которые живут в условиях крайней нищеты и имеют высокий уровень смертности от недоедания. Но если тенденция к потеплению является прямым результатом роста численности населения, то необходимо либо обрабатывать больше земель, либо выращивать более продуктивные растения.

Мы все выдыхаем углекислый газ в пределах двух метров от уровня земли. Предполагать, что все это будет дрейфовать в верхние слои атмосферы, не имеет смысла, когда травы, растения и деревья вокруг нас наверняка поглощают его.

Ряд факторов объединяются, чтобы предположить, что рост населения является такой же большой проблемой, как изменение климата. Может быть, замедление роста населения будет первоочередной задачей, и все же мы только что поцарапали поверхность. Промышленная революция сопровождалась революцией в сельском хозяйстве с механизацией процесса обмолота, а затем производством тракторов для замены конных плугов и развитием комбайна.

В Европе и Северной Америке количество людей, работающих на земле,

резко сократилось за последнее столетие. Семьи, которые обычно имели бы до шести или семи детей во второй половине девятнадцатого века, впервые увидели бы большинство, если не все, в зрелом возрасте. Размер семьи в целом сократился до двух детей, и при европейском коэффициенте замещения 2,6 во многих развитых странах уровень рождаемости снизился ниже уровня замещения. Говорят, что в Японии к 2050 году население страны может сократиться до 100 миллионов.

Попытки разработки демографической политики увенчались ограниченным успехом. Еще в 1970-х годах Всемирный банк финансировал ряд программ по контролю над рождаемостью в Азии. Политика Китая в отношении одного ребенка была лишь частично успешной в городской среде. Римско-католическая церковь продолжала сопротивляться контрацепции, хотя ее последователи в Европе в значительной степени взяли этот вопрос в свои руки и имели меньшие семьи, поскольку уровень жизни повысился.

Таким образом, новая форма протеста - подсчитать углеродные следы, чтобы попытаться заставить нас действовать. Зайдите в любой супермаркет и посмотрите, как одни и те же продукты продаются круглый год.

В зависимости от времени года апельсины будут предлагаться в британских супермаркетах из Израиля, Испании, Южной Африки или США. Торговец вином, который пятьдесят лет назад предлагал только французское вино и несколько бутылок из соседних европейских стран, теперь также предлагает вина из Австралии, Новой Зеландии, Южной Америки и Соединенных Штатов. Продукты питания и напитки являются одними из крупнейших товаров, перевозимых по всему миру и в отдельных странах.

Зеленые аргументы в отношении энергии перешли к транспортировке, а биотопливо считается углеродно-нейтральным, поскольку оно представляет собой сбор урожая, который снова будет расти в следующем году и поглощать углекислый газ из выхлопных газов автомобилей, работающих на биотопливе. и самолеты.

Выращивание биотоплива уже оказало влияние на сельскохозяйственный рынок. Цена на пшеницу удвоилась между урожаями 2006 и 2007 годов, и это можно увидеть в более высоких ценах на хлеб и макароны. Цены на корма для животных выросли, потому что повышение уровня жизни повышает спрос на мясо, особенно в Китае и Индии. Каждый гектар земли, который передается для производства биотопливных культур, - это на один гектар меньше для производства продовольственных культур и выпаса животных.

Экологические аргументы шли уже более тридцати лет. Одним из первых предположений британского ученого Джеймса Лавлока, который выдвинул теорию Гайи, было то, что планета Земля подобна живому организму, который может приспосабливаться к давлению, которое на нее оказывается. Можно утверждать, что это уже есть.

Ископаемое топливо, которое мы сжигаем сегодня, - это остатки видов растений и животных миллионов лет назад, почти все из которых вымерли в результате естественных изменений климата в течение нескольких сотен миллионов лет. Человеческая жизнь может оказывать такое давление на

землю, что она не сможет ее поддержать. Если это произойдет, миллионы людей могут умереть от голода, жажды и болезней, пока ситуация не будет исправлена, и если глобальное потепление стимулирует адаптацию и размножение определенных бактерий и вирусов, это может ускорить процесс.

Смена тактики Зеленых на глобальное потепление, несомненно, является результатом другого развития в космосе, которое значительно увеличило наши знания о Земле. Только за последние тридцать лет, с тех пор как были запущены первые метеорологические спутники, мы смогли наблюдать за погодой в мире в целом и узнали гораздо больше о погодных условиях и факторах, которые на них влияют. Спутниковые данные предоставили гораздо более точную картину погоды на больших территориях, и в результате прогноз погоды стал более надежным.

Именно спутниковые данные выявили дыру в озоновом слое над Антарктикой и привели к тому, что конференция в Монреале в 1987 году искала решение. Это были спутниковые данные, которые показали осенью 2007 года, что арктический лед растаял достаточно, чтобы открыть морской канал через вершину Канады между Атлантическим и Тихим океанами. Но произошло ли это в прошлом? Северные территории Канады малонаселены вдоль арктического побережья, и поэтому нет более ранних историй о проходе в открытом море.

Колумб и другие первопроходцы направились на запад, чтобы найти кратчайший путь на Дальний Восток. Вместо этого они нашли американские континенты. Но был ли маршрут вокруг обоих концов этих континентов? Магеллан был первым, кто нашел южный маршрут вокруг мыса Горн в Тихий океан в 1521 году.

Тем не менее, многие исследователи пытались найти легендарный Северо-Западный проход за последние 500 лет и обнаружили, что их путь заблокирован льдом, и более одного корабля было разбито льдом на его зимних причалах. Теперь, когда Северо-Западный проход открылся, что это вызвало? Насколько это связано с естественными причинами; и насколько из-за роста населения планеты выросло энергопотребление на душу населения?

Произошло небольшое изменение средней глобальной температуры, но если это свидетельствует о более долгосрочной тенденции и ее можно однозначно отнести к деятельности человека, то есть смысл ответить. Мы можем сказать, что именно нечеловеческие события привели к холодному периоду в средние века, который позволил кататься на Темзе зимой 300 лет назад. Так может ли тенденция к более теплему климату быть похожей?

Мы можем основывать наши предположения только на данных, которые предоставляют спутники, но это только говорит нам о том, что произошло с момента их запуска. Существуют исторические данные о погоде в Европе и Северной Америке, которые также указывают на теплые и холодные периоды прошлого. Скандинавские названия многих мест в Гренландии указывают на средневековое время поселения викингов там, когда климат был намного теплее, и сельское хозяйство было возможно на прибрежной полосе южной Гренландии. Другие записи учитывают природные явления, такие как

землетрясения и извержения вулканов, которые, по-видимому, оказали гораздо большее влияние на погоду, чем одна человеческая деятельность.

В 1815 году и снова в 1883 году в Индонезии произошли два мощных извержения вулканов: Тамбора и Кракатау. Тамбора на острове Сумбава, в 300 км к востоку от Бали, была самой большой из двух. Он выбросил 150 км³ пепла, пыли и серы в верхние слои атмосферы, вызвав в 1816 году снижение температуры на 3 °С в Европе и штатах Новой Англии, что стало известно как год без лета, ознаменовавшийся повсеместным неурожаем и голодом, и среди других погодных аномалий, снег в Квебеке в июне.

Шестьдесят восемь лет спустя Кракатау извергался в августе 1883 года. Это было меньшее извержение, чем в Тамборе, но в верхние слои атмосферы снова было выброшено 25 км³ пыли и пепла, что привело к падению глобальных температур. Он отличался тем, что был одним из группы небольших островов в Зондском проливе между Явой и Суматрой, образованных вокруг кальдеры более раннего вулкана, который, как считается, последний раз извергался в 415 км³. Извержение сопровождалось сильными землетрясениями, которые вызвали цунами, разрушили 165 прибрежных деревень на Яве и Суматре и убили 36000 км³. Извержение Кракатау широко освещалось, и отчеты об этих наблюдениях заложили основы современной науки о вулканологии.

Новарупта на юге Аляски последовала в 1912 году с выбросом 30 км³, и на следующей неделе последствия проявились так же далеко, как в Северной Африке. Затем, в июне 1991 года, гора Пинатубо на Филиппинах взорвалась примерно в 100 км к северо-западу от Манилы. Он выбросил 10 км³ золы и серы и вывел на поверхность большое количество металлических руд.

Учитывая размер этих извержений и климатические изменения, которые последовали за более низкими температурами, трудно понять, как аргументы Грина для улавливания углерода (удаление диоксида углерода из дымовых газов) могут выдержать. Извержения вулканов в масштабах Кракатау приведут к снижению глобальной температуры более чем на 1°С в течение нескольких недель.

Трудно понять, как установка улавливания углерода для электростанции мощностью 1000 МВт, сжигающей 3 млн. т / год угля, может оказать существенное влияние, и сколько всего установок потребуется сделать, в течение какого периода времени, чтобы Достаточно ли сократить выбросы парниковых газов, чтобы добиться аналогичного снижения глобальной температуры? Все это время энергия будет расходоваться на производство металла, производство и сборку компонентов, транспортировку на место и установку,

Итак, учитывая, что если средняя глобальная температура увеличивается, это космическое происхождение или человек? Если глобальное потепление является событием, восходящим к началу промышленной революции, то устойчивое повышение эффективности новых систем, заменяющих старые, оказало незначительное влияние, либо благодаря сокращению выбросов или

более широкому использованию электроэнергии.

До 1990 года зеленые по-прежнему были преимущественно антиядерным пограничным движением, начинавшимся в Соединенных Штатах и постепенно проникавшим в Европу, которую они считали плодородной почвой. Партия зеленых как политическое образование появилась во многих странах, но не более успешно, чем в Германии, где они изначально вошли в государственную политику и могли начать навязывать свои собственные идеи.

В ноябре 1989 года в результате публичного протеста была снесена печально известная Берлинская стена, которая окружала западные районы оккупационных зон США, Великобритании и Франции, чтобы отделить их от контролируемой Советским Союзом Германской Демократической Республики. За несколько лет до усиления общественного протеста было выведено коммунистическое правительство из Венгрии, Польши и Чехословакии, которое позже разделилось бы на Чешскую Республику и Словакию, которые в настоящее время являются государствами-членами Европейского Союза.

В 1987 году крупная ядерная авария на Чернобыльской электростанции в Украине объединила западную и советскую атомные отрасли, не в последнюю очередь, потому что реакторы советской конструкции, как считалось, имели более слабые системы безопасности, и в результате была разработана крупная программа модернизации обучения по адаптации российских систем безопасности к западным стандартам.

После падения Берлинской стены в следующем году в Советском Союзе была предпринята попытка государственного переворота против президента генерального секретаря коммунистической партии Михаила Горбачева, и Советский Союз впоследствии был преобразован в Содружество Независимых Государств. Прибалтика и кавказские республики, а также некоторые из исламских республик Центральной Азии вышли и стали полностью независимыми государствами, а три балтийские республики позднее присоединились к Европейскому союзу. Таким образом, после 1990 года холодная война фактически закончилась. Но с очень небольшим строительством ядерной энергии за пределами Дальнего Востока Зеленое лобби, казалось, получило свой путь. Но мы начинали видеть небольшие изменения в погоде, с более высокими летними температурами и более теплыми зимами с соответствующими изменениями, наблюдаемыми в поведении животных и растений. Если это был признак постоянного изменения климата, как мы могли бы справиться с этим?

Кампания за ядерное разоружение отошла на второй план, но движение «Зеленых» почувствовало, что они добились успеха в ядерной энергетике, по крайней мере, в тех странах, где они могли протестовать. Глобальное потепление, вокруг которого сплелись экологические дебаты, стало их праздником.

Это был более простой проект, с помощью которого можно проецировать мнения Грина, потому что все знают о погоде. В любой день она определяет, что мы носим, или мы берем с собой зонтик, когда выходим на

улицу. Это даже будет определять наше состояние здоровья. Люди могут умереть от переохлаждения, если их поймают в очень холодную погоду или без какого-либо нагрева. Пожилые люди также могут умереть от перегрева в результате продолжительного жара, как это произошло жарким летом 2005 года во Франции.

Но то, что Зеленое движение, похоже, упустило из виду, это то, что если глобальное потепление связано с деятельностью человека, то нашими собственными действиями мы частично несем ответственность. В результате «зеленых» выходов в американских судах на лицензионных слушаниях до 1980 года было прекращено строительство еще 74 ядерных реакторов. Все эти электростанции общей мощностью 84 500 МВт могли бы быть запущены в эксплуатацию к 2000 году и избежать 845 млн. т / год выбросов парниковых газов.

Мы не знаем, насколько Зеленый взгляд повлиял на правительства, чтобы они не планировали ядерную энергетику, но мы знаем, что многие страны в настоящее время имеют цели по сокращению выбросов парниковых газов и производству 15% своей электроэнергии из возобновляемых источников к 2020 году. Маловероятно, что цели будут достигнуты; но хотя глобальное потепление связано не только с выработкой электроэнергии, используемые методы могут значительно сократить вызывающие его выбросы.

Кампания по глобальному потеплению набрала обороты после 1990 года и краха коммунизма в Восточной Европе, а вместе с ним и устранение угрозы ядерной войны, не отвлекаясь от строительства новых атомных электростанций. Глобальное потепление стало заметным. В конце 1997 года правительства собрались в Киото, Япония, чтобы обсудить этот вопрос, воодушевленный реакцией на Монреальскую конференцию 1987 года, на которой были запрещены хладагенты типа ХФУ, которые накапливались в верхних слоях атмосферы и повреждали озоновый слой над полярными регионами.

Мероприятие в Канаде было создано для обсуждения технического решения проблемы измеримых атмосферных условий. Известны химические вещества, наносящие ущерб, и решение находилось в определенной группе: производители бытовых и промышленных морозильных камер и холодильников. Было относительно легко предотвратить любой дальнейший ущерб, создав новое оборудование с различными хладагентами, которое не будет мигрировать в верхние слои атмосферы и обеспечит безопасную утилизацию старых холодильников и морозильников, а также восстановление и утилизацию их хладагентов.

Это не относится к глобальному потеплению, так как выбросы гораздо более диффузные. Если уж на то пошло, сейчас на Земле в три раза больше людей, чем было живо в конце Второй мировой войны, все дышали кислородом и выдыхали углекислый газ.

Соединенные Штаты, Европа и Япония, с наибольшей концентрацией энергопотребления, являются странами, которые больше всего обеспокоены

глобальным потеплением, и чьи выбросы увеличились как в результате промышленного развития, так и в результате роста производительности, и были сокращены в результате повышения эффективности процессов в области транспорта и выработки электроэнергии, а также использования ядерной и гидроэнергии, а в последнее время комбинированных циклов, работающих на газе, для электроснабжения.

Изначально Киотский протокол был не глобальным договором, а договором, который был направлен на то, что считалось наиболее загрязняющими странами для определения механизма замедления изменения климата. На последующей встрече в Ден Хааге в 2001 году был заключен договор, определяющий, какие меры следует принять для достижения долгосрочного сокращения до уровня 1990 года. Соединенные Штаты отказались подписать, потому что они сказали, что законодательство - это не путь, а технология. Как будто для того, чтобы подчеркнуть это, правительство Финляндии спокойно объявило, что единственный способ достичь своих целей в Киото - построить еще одну атомную электростанцию.

Ожидается, что те страны, которые ратифицировали договор, сократят свои выбросы до уровня 1990 года. Целевыми отраслями были энергетика, транспорт и коммерческая авиация. Оглядываясь назад, очевидно, что зеленые сыграли большую роль во влиянии на правительства, чтобы ввести новые меры зеленой энергии, всё время, указывая пальцами и обвиняя США.

В Европе и Соединенных Штатах стало появляться все больше ветряных электростанций. Некоторые исследования были начаты о способах использования энергии приливов и волн от моря, и солнечные водонагреватели были установлены во многих странах и небольшие фотоэлектрические установки на более крупных коммерческих зданиях.

Генерация и использование энергии производит выбросы, которые было бы желательно уменьшить; а не только оксиды серы и азота, которые присутствуют при высокотемпературном сгорании. Но последняя идея заключается в удалении углекислого газа из дымовых газов электростанций, работающих на угле, и синтетического газа, производимого для проектов комбинированного цикла с интегрированным газогенератором (IGCC), находящихся в стадии разработки.

Идея улавливания углерода заключается в том, чтобы больше не допускать попадания углекислого газа в атмосферу в качестве продукта сгорания и хранить его под землей в глубоком соленом водоносном горизонте, или отправлять его на нефтяное месторождение, чтобы использовать его для улучшения извлечения. Но если это является причиной глобального потепления, то нас ждет большой шок. Мы не можем применить это достаточно быстро, и если население планеты продолжает расти, будет еще больше людей, дышащих кислородом и выдыхающих углекислый газ, и водящих автомобили до того, как мы закончим.

Следовательно, вопрос заключается в том, сколько угольных электростанций с базовой нагрузкой должно быть оснащено устройствами для улавливания углерода, чтобы достигнуть падения глобальной температуры на

1°C, что примерно соответствует порядку глобального снижения температуры, вызванного большой вулканической активностью. Извержение вулкана. Химия улавливания углерода понятна, но мы все еще далеки от установки работающей системы на угольной электростанции, которая сократит выбросы углекислого газа даже на 90%.

Для электростанции мощностью 1300 МВт это будет 13 млн т / год углерода. из сокращенной чистой товарной продукции.

Однако все эти меры требуют времени для разработки и передачи в коммерческую систему, применяемую для электростанции. Есть несколько новых технологий, которые находятся на ранних стадиях разработки, и есть много старых электростанций, которые приближаются к концу своего срока службы и должны быть заменены чем-то.

Правительства начинают обращать на это внимание, и существуют опасения относительно будущей безопасности электроснабжения на нынешнем и прогнозируемом уровнях. Мощность электропитания в 25 странах Европейского Союза на конец 2004 года составляла 704 ГВт. Из этого 58% приходилось на угольную, нефтегазовую электростанцию, 19,5% - атомную и 18,2% - гидроэлектростанцию. Остальное - это ветер и другие возобновляемые источники энергии, такие как солнечная геотермальная энергия и биомасса.

Эта мощность отличается от производительности, поскольку атомные станции работают с коэффициентом нагрузки около 90%, а другие тепловые электростанции - в зависимости от потребности. Например, две угольные электростанции в Финляндии работают с переменным коэффициентом мощности менее 20% в год, в основном для покрытия нехватки гидроэнергии в периоды малых дождей, а также простоев на четырех атомных станциях.

Директива Европейского союза по крупным установкам для сжигания направлена на снижение подкисления дождей, озона и твердых частиц на уровне земли путем ограничения выбросов диоксида серы, оксидов азота и пыли из крупных установок для сжигания. Все заводы, построенные после 1987 года, должны соответствовать директиве, если они должны оставаться в эксплуатации после 2015 года. В случае старых установок, которые отказались от этой директивы, они могут работать максимум 20 000 часов в период с 2007 года до конца 2015 года.

Но другая проблема, которая снова начинает всплывать, - это ядерная энергия: один завод строится в Европе, в Финляндии, а второй - во Франции. Промышленная энергетическая группа TVO имеет два реактора мощностью 730 МВт в Окилуото на западном побережье к северу от Раумы, которые были введены в эксплуатацию в 1979 и 1981 годах. Их проект по строительству другого реактора был одобрен финским парламентом в 1994 году, и в настоящее время он находится на стадии строительства наряду с существующими блоками для ввода в эксплуатацию в 2012 году.

Означает ли тот факт, что на каком-либо этапе этого проекта вряд ли был протест Зеленых и что общественное мнение благодаря аргументам

Зеленых более заинтересовано в том, чтобы обеспечить надежное снабжение электроэнергией из проверенных технологий? В конце концов, атомные электростанции, потому что ректификация полностью находится в твердом состоянии, не выделяют ни диоксид углерода, ни оксиды серы, ни диоксид азота при работе.

С самого начала движение «Зеленых» связывало ядерную энергию с бомбардировкой Хиросимы и Нагасаки более 60 лет назад, но если из этого и вышло какое-либо прочное благо, оно должно было создать отрасль, которая бы контролировала здоровье своих работников и сдерживала операции в безопасной среде до уровня, который не был достигнут ни в одной другой отрасли. Зеленые утверждают, что ядерная энергетика по своей природе небезопасна, дорога и не имеет проверенного способа утилизации ее отходов. Тем не менее, отрасль нашла ответы на все эти проблемы,

Если посмотреть на это с другой стороны, это реакция на глобальное потепление - попытка одних и тех же людей заставить нас жить по образу жизни, который зависит от производства энергии, которое не может быть развито во времени или не может произвести энергию, необходимую для поддержания нашего уровня жизни. ? С одной стороны, существует проблема возобновляемых источников энергии, а с другой - новая технология, которая увеличит стоимость производства электроэнергии без повышения производительности электростанций.

Таким образом, все еще остается вопрос о том, что является причиной глобального потепления и насколько оно вызвано человеком. Но это не значит, что у всех такой же уровень потребления энергии, как у нас в Европе, Северной Америке и Японии. Постоянный смог, который, кажется, нависает над Юго-Восточной Азией, связан с тем, что миллионы индийских крестьян сжигают навоз и древесину (биомассу!) для приготовления пищи и отопления, а также с тысячами автомобилей, забивающих улицы Бангкока и других городов региона.

Хотя у людей может быть много способов уменьшить потребление энергии, процесс будет долгим и медленным. Индивидуальное потребление может быть измерено с точки зрения потребления электроэнергии или газа и пробега. За ними стоят всевозможные переменные, которые ни в коем случае не являются предсказуемыми: например, внезапное похолодание весной или осенью может привести к тому, что нагрев будет продолжаться дольше. Внезапная смерть друга или родственника, проживающего в 300 км, будет неожиданной поездкой 600 км на машине на похороны.

Глобальная промышленность производит свои собственные аномалии, переводя производство в азиатские страны, где ставки заработной платы значительно ниже. Почему спрашивают, шотландские рыбаки отправляют креветок в Таиланд для обстрела, упаковки, а затем возвращают в Глазго для продажи в шотландских супермаркетах? Лопатки газовых турбин, питающих самолеты, перевозившие их из Глазго в Бангкок и обратно, вероятно, были изготовлены в Китае, опять же по экономическим причинам производства. По мере того, как страны развивались, а другие пытались наверстать

упущенное, принципы, изложенные великим консервативным философом 18-го века, Адам Смит, был применен в глобальном масштабе.

Смит в своей книге «Богатство народов» предложил то, что мы теперь знаем как массовое производство. В свое время это был пример изготовления булавки. Он определил двенадцать операций.

Если бы каждая работа была отдана одному человеку по цепочке, производство булавок было бы увеличено, потому что каждая работа передавалась бы следующему человеку по цепочке для повторного выполнения одной и той же операции, и производство булавок было бы намного больше, чем, если двенадцать человек, каждый бы сделал одну булавку в полном объеме.

Массовое производство постепенно перешло в автоматизированные процессы; На автомобильном заводе, где сотни рабочих подают компоненты для других, подключающих их к машине на конвейере, теперь используют роботов для многих из этих работ: анимированные компьютеры, которые можно запрограммировать на выполнение одной и той же операции с одинаковым временем точности и снова Массовое производство значительно увеличило использование электроэнергии в промышленности.

Глобальное потепление может быть неизбежным, но сокращение выбросов - это другое дело. На угольных электростанциях в Канаде и в других местах были нанесены удары по соображениям общественного здравоохранения, однако электроэнергия как источник энергии в месте использования не имеет выбросов. Отправляйтесь в Скандинавию, где в Норвегии до настоящего времени почти вся электроэнергия вырабатывалась гидроэлектростанциями, и в Швецию, где она наполовину водная и наполовину ядерная, а воздух заметно чище. Даже во Франции с гораздо большим населением, потребляющим 70% электроэнергии от атомных электростанций, воздух, тем не менее, чище по сравнению с другими странами, где тепловые электростанции на ископаемом топливе являются основными генераторами.

Транспорт - другой большой источник. Не может быть никаких сомнений в том, что эффективность двигателя внутреннего сгорания улучшилась за последние тридцать лет и что многие люди, даже в Соединенных Штатах и Канаде, водят машины меньшего размера. Но есть интересное следствие этого во влиянии автомобилей на сельскую среду. Проезжая по новой автомагистрали в рамках своей обычной поездки на работу, через несколько лет заметите, сколько деревьев и живых изгородей, посаженных вдоль обочины дороги и вниз по центру заповедника, выросли, затопленные углекислым газом, выбрасываемым проезжающими транспортными средствами.

Таким образом, реакция на выбросы углекислого газа может быть благоприятной, и, безусловно, можно привести аргументы в пользу лесовосстановления, поскольку леса были очищены для промышленности, развития городов и строительства дорог, а также сельского хозяйства. Были случаи строительства электростанций и посадки деревьев, которые могли бы

поглощать эквивалентный объем углекислого газа, выделяемого электростанцией.

Глобальное потепление - это то, что можно почувствовать, если температуры постоянно выше, чем в прошлом, если лиственные деревья появляются раньше и опадают позже в течение года, или арктические ледяные шапки сжимаются, как это происходит в настоящее время. Но это возвращает нас к вопросу о том, является ли это естественной тенденцией из-за отклонений орбиты Земли вокруг Солнца или небольшого изменения наклона ее оси. Это циклический процесс с периодом в несколько сотен лет?

Будем ли мы сейчас говорить о глобальном потеплении, если Кракатау разразился не в 1883 году, а в 1983 году?

Дискуссия о глобальном потеплении принесла много обсуждений решений, но мало решительных действий новых заводов. С одной стороны, есть страны с ядерной энергетикой, которые видят ее ценность, но только Финляндия и Франция что-то строят. Но Директива Европейского союза о крупных заводах, которая устанавливает срок действия к концу 2015 года, является одной из самых разумных посткиотских мер на данный момент.

Это может быть прежде всего мера для улучшения общественного здоровья, но это зависит от того, что их заменяет, на то, что приводит к снижению выбросов. Во Франции, если все отказавшиеся электростанции в стране будут закрыты в конце 2015 года, атомная электростанция Flamanville 3 мощностью 1600 МВт будет завершена и введена в эксплуатацию. В других местах, вероятно, будут комбинироваться циклы и ветряные электростанции, которые заполняют этот пробел.

Если европейские правительства серьезно относятся к сокращению выбросов, то они должны рассмотреть, как они могут это сделать. Если они будут работать на старых угольных электростанциях до конца 2015 года, то это может оставить свет включенным, но когда заводы закроются, что будет там для снабжения энергией в самое холодное и самое темное время года?

Итак, каковы варианты снижения выбросов от производства электроэнергии? В основном их четыре: ядерный, сверхкритический уголь, комбинированный цикл и возобновляемые источники. Модернизация существующих установок, которая в основном заключается в оснащении всей или части паровой турбины современными высокоэффективными лопатками, спроектированными компьютером, даст примерно на 90 МВт больше по сравнению с мощностью 1000 МВт. То же самое относится к любой большой паровой турбине или газовой турбине и может выполняться при обычном техническом обслуживании.

Новые атомные станции, основанные на передовых системах, которые уже были сертифицированы правительствами Европы и Америки, означают усовершенствованные реакторы с водой под давлением. Если в качестве эталона мощности взять европейский ОРЭД, то при наличии всех согласий новая электростанция мощностью 1600 МВт может быть запущена и работать в течение шести лет при базовой нагрузке без каких-либо выбросов парниковых газов.

Если уголь не сразу вывозится из электростанции, сверхкритическая паровая установка является проверенной технологией, которая, если два блока мощностью 800 МВт с КПД 45% заменит 40-летнюю станцию мощностью 1500 МВт с тремя установками мощностью 500 МВт с КПД 35%, будет немедленно уменьшено в выбросах почти 25% при меньшем сжигании угля. Если бы все согласие было на месте, через четыре-пять лет в эксплуатацию вступили бы два новых энергоблока мощностью 800 МВт.

Вариант с комбинированным циклом - это четыре одновальных блока мощностью 400 МВт, в которых будет использоваться газовая турбина мощностью 280 МВт с КПД 58%. Низкое воздействие на окружающую среду и гибкость работы могут обеспечить среднюю и пиковую потребность в электроэнергии для дополнения базовых ядерных и сверхкритических угольных электростанций. Первый блок может быть запущен через два года, а остальные будут работать с девятимесячным интервалом, чтобы получить мощность 1600 МВт всего за четыре года.

Возобновляемые источники не могут конкурировать. Варианты: ветер, микро-гидро и пар на биомассе. Микро-гидро ограничено наличием подходящего участка речных участков для поддержки одного блока, как правило, до 5 МВт.

Ветряные электростанции также проблематичны, потому что турбины еще меньше и должны быть установлены на высоких мачтах, и общественное возражение против крупных ветряных электростанций вынудило их покинуть море. Не будет одной большой ветряной электростанции, но, вероятно, 16 будут широко разделены с 30 единицами самых больших из имеющихся в настоящее время, приблизительно 3,7 МВт в каждой. Это гарантировало бы, что некоторые из них будут работать в любое время, где бы ни дул ветер. Но нельзя гарантировать, что мощность 1600 МВт будет доступна в течение всего года.

Пар из биомассы - это практичное решение для сжигания древесной щепы и других сельскохозяйственных отходов, таких как рисовая шелуха и жмых или куриный помет. Он считается углеродно-нейтральным, поскольку сжигает отходы урожая этого года, а выделяемый углекислый газ будет способствовать росту урожая следующего года. Несколько станций вырабатывали около 20 МВт, что больше, чем для других «зеленых» вариантов. Другим источником биомассы являются лесные и сельскохозяйственные отходы, даже гранулированные отходы можно смешивать с углем и сжигать на электростанции. Это может составлять только 4 МВт из 1600 МВт, но это приведет к тому, что генераторы получат ту же субсидию на возобновляемую энергию, что и ветровая электростанция или гидроэлектростанция. Большинство из этих схем использования угля из биомассы связаны с растениями, которые были выбраны из LCPD.

Возможно, мы не должны рассматривать возобновляемые источники энергии как сам по себе генерирующий ресурс, а скорее как дополнительный источник энергии для традиционных систем. В некоторых случаях они улучшат эффективность комбинированной системы. Вариант с биомассой для

угольной паровой электростанции является одним из примеров. Солнечная электростанция, разделяющая свою систему питательной воды с системой комбинированного цикла, является еще одним примером, первый пример которого уже строится для новой электростанции в Марокко.

Будущая технология все еще находится в стадии разработки. Уголь и, в частности, интегрированный газогенератор комбинированного цикла (IGCC) неразрывно связаны с улавливанием углерода, либо после сжигания в сверхкритическом паре, либо предварительным сжиганием с установленными химическими процессами для IGCC.

Недавнее исследование DoG по IGCC в Соединенных Штатах показывает, что улавливание углерода снизит производительность и эффективность установки до 6 процентных пунктов и добавит от 40 до 50% к стоимости за кВт·ч произведенной электроэнергии. Пока еще не существует схемы IGCC с улавливанием углерода перед сгоранием для проверки этих принципов, и первые коммерческие схемы IGCC без улавливания углерода вряд ли будут введены в эксплуатацию намного раньше 2012 года.

Таким образом, это «зеленые» варианты: чистая угольная технология с улавливанием углерода и эффективностью ниже, чем у 40-летних угольных электростанций, которые они будут заменять, но только с 10% выбросов парниковых газов. Возобновляемые источники энергии до невозможного уровня в небольших единицах, которые не могут обеспечить наличие старых угольных и атомных электростанций, которые они заменят.

Некоторые из других предложений Европейского союза являются ошеломляющими: сокращение выбросов углерода на 26-30% к 2020 году и 60% к 2050 году. К 2020 году 10% всего транспортного топлива будет поступать из биотоплива. Это выглядит еще более нелепо, когда отмечается, что целевые показатели для возобновляемых источников энергии к 2010 году не будут достигнуты и что спрос на электроэнергию продолжает расти. Сокращение выбросов связано с общим потреблением энергии, а не только с выработкой электроэнергии, и включает в себя биотопливный компонент транспорта.

Так что, если аргументы Зелёных продвигают технологии в определенном направлении, сколько времени пройдет, прежде чем любой из них может быть применен, чтобы иметь дополнительный эффект? Или, что более важно, можем ли мы гарантировать, что эти новые технологии будут работать с надежностью и эффективностью, ожидаемыми от них, и при приемлемой стоимости? Это вопросы, с которыми сталкиваются коммунальные службы при планировании развития, и первые признаки того, что это не так.

С конца 2002 года только одна страна специально заявила, что они должны начать сокращать парниковые газы сейчас и приступить к этой технологии. В Финляндии пятый ядерный энергетический реактор будет запущен и вырабатывается к концу 2012 года. Даже сейчас их две угольные конденсационные станции используются только для покрытия времени, когда

из-за малого количества осадков имеется меньший гидропотенциал. Все остальные их тепловые электростанции представляют собой комбинированные теплоэнергетические схемы для централизованного теплоснабжения или промышленные комбинированные теплоэнергетические схемы.

Другие страны, чьи правительства подписали соглашение с Киото, с радостью приняли «зеленые» аргументы в пользу возобновляемых источников энергии.

Есть признаки того, что компании, поставляющие электроэнергию, начинают разрушать некоторые крупные старые заводы, чтобы подготовиться к новым, которые в настоящее время почти наверняка будут комбинированными циклами, работающими на газе.

В Европе это единственные заводы, которые можно построить в достаточном количестве и в срок, чтобы уложиться в срок 2015 года. Они будут иметь непосредственное влияние на уровни выбросов, поскольку их эффективность намного выше, чем у паровых установок, которые они заменят. Когда они не генерируют, их можно отключить, поэтому топливо не сжигается и ничего не выделяется.

Комбинированный цикл является единственной технологией, которая предлагает значительное повышение энергоэффективности. Разрабатываются новые газовые турбины, которые позволят повысить эффективность комбинированного цикла более чем на 60%, а более широкое применение для комбинированного производства тепла и энергии также улучшит общую энергоэффективность. Первые комбинированные циклы с более высокой эффективностью появятся в эксплуатации до 2012 года.

Таким образом, есть ряд вариантов, доступных с нашей нынешней технологией, но нет никаких доказательств того, что достигнутое до настоящего времени сокращение выбросов оказало какое-либо влияние на глобальное потепление, поскольку население продолжает расти.

Но есть и другие меры, которые могут быть приняты индивидуально потребителями во всем мире. Строительные нормы и правила в Великобритании были переписаны, чтобы сократить потребность в энергии для отопления. Изоляция стен и крыш, а также двойное остекление теперь являются стандартными для любого нового дома. Освещение с низким энергопотреблением - это еще одно преимущество, которое может снизить потребность в электроэнергии для домашних хозяйств, и все они могут быть установлены на существующих зданиях.

Но другой проблемой зеленых технологий является использование энергии при их создании, потому что это требует большого количества устройств с низким выходом. Недавнее предложение британского правительства по установке семи тысяч самых больших из имеющихся в наличии ветрогенераторов мощностью 3,7 МВт на морских ветряных электростанциях по всему побережью для обеспечения каждого дома в стране электроэнергией из возобновляемых источников энергии к 2020 году является крайне сомнительным, учитывая логистику, связанную с сборка компонентов и сборка их в море из расчета два блока в день, а затем

подключение их к сети.

Ветряные электростанции не имеют выбросов парниковых газов, но в 7000 единиц содержится много стали, что приводит к огромным расходам энергии на производство материалов, сборку компонентов и их установку в море. При общей мощности 24 500 МВт между ними эти ветрогенераторы в среднем в год, в лучшем случае около 30%, будут производить 6,4 ТВт·ч в год.

В конце 2007 года правительство США приняло законопроект о снятии с рынка ламп накаливания. Это сразу же вызвало реакции. С одной стороны были правозащитники, которые заявили, что эта мера была фундаментальным отказом от права человека определять, какое освещение необходимо установить в их доме и саду.

Более измеренный отклик состоял в том, что, если будет изменено достаточное количество огней, снижение спроса будет эквивалентно мощности четырех крупных электростанций, работающих на угле. Если в каждом из 50 штатов было заменено миллион единиц, то нагрузка на освещение по всей стране снизилась бы примерно на 4000 МВт.

Это практический пример технологии в работе. Флуоресцентное освещение общественных зданий и рекламных витрин существует уже более пятидесяти лет. Это был только вопрос времени, прежде чем он вышел на внутренний рынок. Длинные трубчатые люминесцентные лампы уже устанавливались на кухнях и в подсобных помещениях до того, как появились низкоэнергетические «лампочки» с одним байонетным штырём или винтом Эдисона, чтобы их можно было установить в стандартный потолочный фитинг в любой комнате жилого дома.

Таким образом, поэтапный отказ от ламп накаливания окажет значительное влияние на спрос на электроэнергию для освещения, особенно в северных широтах. Довольно простая технология, применяемая в больших масштабах, может существенно повлиять на темпы роста спроса на электроэнергию, так что новое строительство в первую очередь должно заменить старые заводы новыми, имеющими более высокую эффективность и меньшими или нулевыми выбросами.

Улавливание и хранение углерода

Улавливание и хранение углерода (CCS) - это установившаяся практика в нефтегазовой промышленности, где в ряде проектов используется диоксид углерода для повышения нефтеотдачи. Разделение углекислого газа является широко используемым химическим процессом. В каждой области применения газ имеет коммерческую ценность, но, поскольку он является отделенным отходом дымовых газов электростанции, гораздо больший объем газа может вообще не иметь никакой ценности.

В этом и заключается проблема. CCS рассматривается как средство для удаления углекислого газа из дымовых газов электростанций и особенно угольных электростанций. Но потребуются несколько лет, чтобы довести эту технологию до стадии, когда для электростанции с двумя угольными сверхкритическими парами мощностью 800 МВт она способна отделить не менее 90% выбросов углекислого газа.

Учитывая, что срок службы угольной электростанции составляет около 40 лет, к тому времени, когда полномасштабная технология была применена к существующей угольной электростанции и доказала свою работоспособность, предполагая, что она будет примерно в 2020 году, единственным электростанциями, которые могли бы оправдать это, были бы электростанциями с базовой нагрузкой, построенными после 2000 года.

Учитывая низкую эффективность модифицированной электростанции, которая является следствием большой вспомогательной нагрузки оборудования CCS, это может быть только одна большая сверхкритическая паровая установка, которая будет модифицирована таким образом, чтобы проверить принцип.

До настоящего времени усовершенствования работающих на угле электростанций были разработаны для достижения более высокой производительности и удаления вредных микроэлементов из дымовых газов. Горелки с низким уровнем выбросов NO_x, FGD и электрофильтры очищают выхлопные газы, а модернизация паровой турбины с использованием современных компьютерных лопаток и новых подшипников повышает производительность. Более высокие давления и температуры сверхкритического парового цикла повышают производительность и эффективность, что компенсирует потерю производительности в результате установки FGD, которая, тем не менее, производит товарный товар, гипс, чтобы помочь компенсировать его затраты.

Восстановление турбины также связано с переоснащением, так как состояние котла зависит от способа использования установки. Большинство угольных электростанций в начале своей работы работают на базовой нагрузке, и по мере ввода в эксплуатацию новых установок, которые более

эффективны и имеют более низкие эксплуатационные расходы, более старые агрегаты снижаются в соответствии с порядком полезности и используются в большей степени для отслеживания нагрузки и контроль частоты. Все время, пока оно работало, с первого дня завод начал изнашиваться, и это ускоряется при более разнообразных режимах работы. Придет время, когда рабочие часы будут низкими, а эффективность снизится.

Замена оригинального котла, работающего на топливе, не приведет к значительному улучшению производительности, но для переоснащения установки путем замены старого котла газовой турбиной, а котлы с рекуперацией тепла будут иметь непосредственную выгоду в повышении эффективности, снижении выбросов и возврате установки на порядок эффективности. где он может заработать больше за более высокую производительность в течение более продолжительных рабочих часов в виде комбинированного цикла.

Те, кто выступает за CCS, в основном смотрят на мощность, работающую на угле, твердо верят, что уголь является топливом будущего, и стремятся использовать новую технологию чистого угля для стабилизации углекислого газа в атмосфере.

Тот факт, что нефтегазовая отрасль находится на переднем крае развития CCS, объясняется тем, что углекислый газ является для них примесью, которую они должны удалить из нефти и природного газа, чтобы удовлетворить требования своих клиентов. Когда природный газ необходимо сжигать для поставки на рынок, он охлаждается до более низкой температуры, чем точка сублимации углекислого газа, которая, если бы его не удаляли первичным образом из газа, вызывала бы засорение труб и клапанов завода по сжижению.

Таким образом, существуют веские коммерческие причины для удаления углекислого газа, и нефтяные и газовые месторождения имеют геологическую структуру, чтобы содержать выделенный газ и предотвращать его утечку на поверхность. Среди проектов, которые в настоящее время находятся в эксплуатации, в Ин-Салахе, Алжир, было разработано совместное предприятие BP, StatOil и Sonatrach в ответ на Киото.

Главный исполнительный директор BP во времена Киото в конце 1997 года лорд Браун был одним из первых, кто увидел связь между глобальным потеплением и ископаемым топливом, и решил сократить ежегодные выбросы от операций BP на 10% по сравнению с базовой линией 1990 года. Для такой компании, как BP, было относительно легко осуществить сокращение, потому что они уже удаляли углекислый газ из природного газа, и алжирский проект предоставил наилучшую возможность, потому что он полностью остановил бы выброс отделенного газа в атмосферу.

В настоящее время добыча газа в Алжире осуществляется с трех месторождений: Tegentour, Reg и Krechba с запасами в 16 млрд. м³.

Кречба является самой северной из трех добывающих областей и является местом переработки. Газ содержит до 10% углекислого газа, который удаляется с помощью раствора многоатомного амина, чтобы соответствовать

европейским спецификациям продаж менее 0,3%.

Газовая зона в Кречбе имеет толщину около 20 м в слое угленосных аргиллитов над глубоким соленым водоносным горизонтом около 2000 м под землей. Углекислый газ с трех месторождений отделяется и направляется в три нагнетательные скважины, которые нагнетают его на 185 бар обратно в водоносный горизонт в его самой низкой точке. Та же самая непроницаемая горная структура над водоносным горизонтом останавливает выброс и возврат диоксида углерода на поверхность так же, как он закрывал газовое месторождение до того, как его обнаружили. При нынешних темпах добычи на этих трех месторождениях в Салахе хранится около 1 млн. т / год углекислого газа, что является небольшим количеством по сравнению с 27 млрд. т / год / выбросов парниковых газов в 2007 году.

StatOil, который был партнером BP в In Salah, учредил свой собственный проект CCS на своем месторождении Sleipner в Северном море и завершил еще один на своем месторождении Arctic Snøhvit, которое было введено в эксплуатацию в конце 2007 года. В 1991 году Норвегия ввела углекислый газ оффшорный налог для ограничения выбросов. Sleipner West была запущена в производство в 1990 году с газом, содержащим 9% углекислого газа. Так что налоговая проблема побудила StatOil убрать и хранить газ. Оборудование было слишком большим, чтобы его можно было установить на морской платформе, но оно могло бы удалять 1 млн. т / год углекислого газа, что было эквивалентно 3% от общих норвежских выбросов. Это будет означать строительство разделительной установки на берегу и установку трубопровода и компрессоров для отвода газа.

В процессе используется растворитель моноэтаноламин (МЭА), в результате чего амин объединяется с газом, который затем выпаривается, оставляя аминный абсорбент для повторного использования. Платформа Sleipner находится над Утсирой, глубокой геологической формацией, состоящей из очень пористого песчаника, заполненного соленой водой на 1000 метров ниже морского дна. С тех пор, как эта схема началась в 1996 году, в ней хранилось около 9 миллионов тонн углекислого газа.

Решение Snøhvit аналогично, за исключением того, что в этом случае почти вся добыча природного газа сжижается для отгрузки, и поэтому сначала необходимо удалить диоксид углерода. Как и в Sleipner, процесс МЭА используется для извлечения около 700 000 т / год углекислого газа, который отправляется на 145 км назад к месторождению, где он закачивается в геологическую формацию, называемую Tubåen, примерно на 2500 м ниже морского дна и значительно ниже резервуара газа.

Третий проект Statoil отвечает требованиям рынка электроэнергии. На нефтеперерабатывающем заводе в Монгштадте, расположенном недалеко от Бергена, будет построена новая газовая комбинированная теплэлектростанция, которая будет поставлять 350 МДж / с тепла на нефтеперерабатывающий завод и, таким образом, позволит закрыть большую часть существующих котельных и генерирующих установок. Питание будет подаваться на нефтеперерабатывающий завод, платформы Troll A и Gjøa в

Северном море и перерабатывающий терминал Troll в Коллнесе.

Электростанция, которая принадлежит и будет эксплуатироваться Dong Energy, Дания, будет сжигать газ Troll и начнет работать в 2010 году. Когда это произойдет, также будет запущен процесс CCS мощностью 100 000 т / год. В 2014 году должна быть запущена полномасштабная установка по улавливанию углерода, которая будет обслуживать как электростанцию, так и источники процесса на нефтеперерабатывающем заводе.

Норвегия, облагая налогом оффшорных производителей, дала толчок к улавливанию и хранению углерода. Не только это, но и предоставление более эффективной производственной установки, которая позволит взять на себя управление, приведет к еще большему сокращению выбросов.

В Канаде месторождение Eнуана Corrogation в Уэйберне на юго- востоке Саскачевана является первым случаем международной продажи углекислого газа для увеличения добычи нефти третьей стороной. Компания по газификации Дакота, которая владеет заводом синтетических топлив на Великих равнинах в Беуле, Северная Дакота, поставляет 6000 т / день углекислого газа, который был отделен от газогенератора угольной промышленности и направлен в 325 км к северу через границу в Вейберн.

Месторождение, которое находится примерно в 16 км к юго-западу от города Вейберн, разрабатывалось с 1954 года, и к 2000 году суточная добыча составила 18000 баррелей в день, чему в последующие годы способствовало затопление водой. К тому времени было добыто около 340 миллионов баррелей нефти. Диоксид углерода был введен в том же году с начальной скоростью 2,69 млн. м³ / день для продолжения добычи нефти.

С тех пор скорость закачки газа, в том числе добываемого в результате добычи нефти, увеличилась, и к концу 2008 года там будет храниться около 10,8 млрд. м³. EnCana увидела увеличение добычи нефти с помощью углекислого газа, что дало месторождению еще 20 лет жизни и дальнейшую добычу 130 миллионов баррелей нефти.

Находясь на суше в Северной Америке, месторождение стало предметом обширного исследования в рамках Программы исследований и разработок парниковых газов МЭА, базирующейся в Челтенхеме, Великобритания. В Вейберне было проведено исследование поведения хранилища углекислого газа в связи с повышенным извлечением нефти.

Исследование охватывало площадь 400 км² и было направлено на определение того, какая часть закачанного газа пошла на добычу нефти и сколько на хранение и сколько он может мигрировать в другие пласты, прогнозируемые в течение 5000 лет.

Результаты показывают, что имеется приблизительно 45,1 млн т, из которых около 20 млн т будет использовано для повышения нефтеотдачи, и что вероятность выброса диоксида углерода в биосферу отсутствует.

Эти схемы нефтедобывающей промышленности являются единственными примерами улавливания и хранения углерода и имеют относительно небольшую скорость потока. Так как газ должен быть удален в любом случае, и его можно использовать для повышения нефтеотдачи, он

имеет коммерческую ценность.

В Техасе, где углекислый газ был обнаружен в естественных залежах, он был извлечен и использован вместе с некоторой промышленной продукцией для повышения нефтеотдачи, и операторы получили выгоду от налоговых льгот, в результате которых около 33 миллионов тонн углерода Диоксид хранится в Техасе и Нью-Мексико в течение последних 40 лет.

Все эти коммерческие схемы поощряются налоговыми льготами или имеют коммерческую ценность для углекислого газа. Экономика в некоторых случаях может быть незначительной, но она дает значительные экологические преимущества, и именно это продвигает технологию вперед.

Удаление углекислого газа из дымовых газов электростанции совершенно другое и в гораздо большем масштабе. Угольная электростанция сверхкритического давления мощностью 1600 МВт будет производить до 16 млн т / год углекислого газа и может оказаться неудобно близко к нефтяному месторождению. Следовательно, в этой ситуации восстановленный диоксид углерода вообще не будет иметь коммерческой ценности.

Даже если бы поблизости были удобно расположенные химические заводы или завод по производству удобрений, количество углекислого газа, произведенного за год, было бы намного меньше, чем на электростанции. Что тогда, если в сети имеется более одной угольной электростанции, обслуживающей район, где нет нефтяных месторождений, и недостаточно промышленных мощностей для поглощения всего произведенного углекислого газа?

Уже работающие на угле станции подвергаются нападкам со стороны зеленых активистов, тех же организаций, которые тридцать лет назад не хотели ядерной энергии, без сомнения, потому что электростанции, работающие на угле, не могут быть построены с использованием CCS, и потому что не существует проверенной системы в требуемом масштабе. Для них ничего не значит, что новые электростанции намного эффективнее тех, которые они заменяют, и будут производить такое же количество электроэнергии с меньшими выбросами.

Попытки сократить выбросы углерода были скорее экономическими, чем техническими. Некоторые страны ввели налоги на выбросы углерода, чтобы стимулировать повышение энергоэффективности. В Соединенном Королевстве стоимость ежегодной лицензии дорожного фонда на автомобили определяется по выбросам выхлопных газов в г / км углекислого газа.

Другая мера называется системой ограничений и торговли, которая представляет собой систему разрешений, которые торгуются от экологически чистых отраслей промышленности к отраслям с высоким уровнем выбросов. Поэтому, если в электроснабжении имеется большой компонент атомной и гидроэлектростанции, как, например, во Франции, Бельгии и Швеции, операторы выигрывают от продажи разрешений на угольные и газовые электростанции, чтобы поддерживать их работу.

Если мы серьезно относимся к сокращению выбросов углекислого газа, мы делаем это путем перехода к более эффективным генерирующим системам

с гораздо меньшими или нулевыми выбросами. Директива Европейского союза о крупных установках для сжигания, которая вступает в действие в конце 2015 года, уже привела к созданию комбинированных циклов для замены угольных электростанций, которые должны быть остановлены и которые в любом случае были ограничены в своем рабочем времени с 2007 года.

Ни на одной из этих новых установок не будет установлен CCS, но в любом случае выбросы будут намного ниже. Кроме того, учитывая огромное количество мест, которые должны быть снабжены системой CCS, можно ли выполнить эту работу достаточно быстро, чтобы увидеть какое-либо сокращение изменения климата?

Ответ, безусловно, должен быть «нет» из-за времени, которое необходимо потратить, чтобы доказать техническую и экономическую ценность системы CCS. Это довольно большая установка, и прототип системы в Pleasant Prairie, WI, которая начала свою работу в феврале 2008 года, только снимает поток с одного дымохода, чтобы проверить принцип.

CCS на самом деле является технологической установкой, застрявшей в задней части электростанции. Но он также должен утилизировать захваченный углекислый газ, для которого требуются компрессоры и трубопровод до отдаленного нефтяного месторождения или подходящего геологического участка. Все это оборудование должно производиться с большими затратами энергии, и если захваченный углерод не имеет коммерческой ценности, как в случае его хранения в глубоких подземных соленых водоносных горизонтах, стоимость этого оборудования наряду с дополнительными стоимостью топлива должна быть передана потребителю.

Если мы сконцентрируемся на выработке электроэнергии, то насущная потребность в эффективной системе дожигания для угольных электростанций, которая в настоящее время обеспечивает большую часть электроэнергии. Но многие из них будут выведены из эксплуатации к тому времени, когда технология будет проверена как практически, так и экономически, что может быть как минимум еще десять лет.

Крупные паровые электростанции сверхкритического давления, построенные за последние двадцать лет, должны быть приоритетом, потому что они имеют самый длинный оставшийся срок службы существующих угольных электростанций. К 2015 году это могут быть единственные работающие на угле электростанции. По крайней мере, в Европе большинство угольных электростанций, построенных до 1987 года, будут закрыты в соответствии с положениями Директивы о крупных установках для сжигания.

У тех, кто выживет, будут установлены ДФГ и другие меры по охране окружающей среды до конца 2007 года, но из тех, кто отказался от них, некоторые могут быть использованы для тестирования систем CCS в течение нескольких оставшихся лет эксплуатации.

При изучении применения на существующих электростанциях важными факторами являются результирующее изменение производительности и дополнительные расходы. В этом отношении FGD представлял меньшую

проблему, потому что конечным продуктом процесса был гипс, для которого на строительной площадке имеется готовый рынок для изготовления гипсокартона. Но с CCS, если нет рынка для разделенного газа, он не имеет коммерческой ценности. Независимо от того, продается ли он на нефтяном месторождении или просто направляется в глубокий подземный солевой водоносный горизонт, газ все равно необходимо перемещать, а это означает, что необходимо построить трубопроводы, а также скважины и компрессоры для доставки газа на хранение.

Все исследования CSS на сегодняшний день выявили большие вспомогательные нагрузки и значительно меньшую выработку товарной электроэнергии, произведенной при более низкой эффективности. Помимо электродвигателей, приводящих систему в действие, вспомогательными нагрузками являются, прежде всего, компрессоры для отделенного диоксида углерода и потребности пара в турбине для выкипания газа из абсорбера.

В большинстве исследований в Соединенных Штатах использовалась технология моноэтаноламинового растворителя MEA, но American Electric Power, одна из крупнейших в стране утилит для сжигания угля, утратила вес за системой охлажденного аммиака, которая, как представляется, обеспечивает меньшее снижение производительности и эффективности.

Какой бы метод разделения ни использовался, потеря выработки и необходимость ее компоновки каким-либо иным способом может добавить до 50% к цене электроэнергии. Это недопустимая цена, которая будет применяться скрытно. Потребители не заметят этого, пока не будет введено в эксплуатацию достаточно большое количество модифицированных установок, на которые будет приходиться достаточно большая доля поставок электроэнергии. Первыми, и, возможно, единственными, которые будут преобразованы, будут крупные паровые установки сверхкритического давления, обеспечивающие базовую нагрузку.

Другая проблема CCS заключается в том, что она не ограничивается выработкой энергии на угле, а комбинированными циклами, газовыми турбинами и промышленными котлами. Недавние события в Европе и Японии привели к появлению газовых электростанций, которые имеют гораздо меньшие выбросы. Применительно к газовым промышленным комбинированным схемам теплоэнергии, в некоторых случаях может быть использование извлеченного газа в качестве химического сырья.

Кроме того, он находится в стадии разработки во времена растущей финансовой турбулентности с новой угрозой инфляции, которая в основном держалась под контролем в течение последних пятнадцати лет.

ТАБЛИЦА 3.1 ВЛИЯНИЕ CCS НА ПРОДУКЦИЮ ЗАВОДА

	Без CSS	МЕА система	Охлаж- дённый аммиак
Скорость подачи угля, т / ч	151,3	151,3	151,3
Теплотворная способность, кДж / кг (HHV)	23491	23491	23491
Тепловая мощность котла GJ	4200	4200	4200
LP отбор пара кг / с	0	153.2	22.6
Валовая мощность завода, МВт	491.1	402.2	471.3
Завод вспомогательной нагрузки МВт	29.0	72.7	53.9
Чистая выходная мощность, МВт	462.1	329.5	421.7
Чистая эффективность HHV	40.5	28.9	37.0

Угроза инфляции была вызвана тем, что нефть стоила более 140 долларов США за баррель, пшеница - более 100 фунтов стерлингов за тонну урожая, уменьшенного за счет выращивания биотопливных культур, и общего роста цен на сырьевые товары из-за возросшего спроса в быстро развивающихся экономиках Китая и Индии.

На производство электроэнергии с использованием ископаемого топлива в мире приходится 40% выбросов парниковых газов в энергетическом секторе, за которым следуют транспорт - 24% и промышленность - 22%. В производстве электроэнергии 70% выбросов происходит от угольных электростанций. Поэтому разработка схемы поэтапного прекращения использования угля для выработки электроэнергии и замены его ядерным газом и гидроэлектростанцией при поддержке других возобновляемых источников энергии, возможно, приведет к гораздо большему сокращению выбросов, чем CCS, на нескольких электростанциях с базовой нагрузкой, установленных на полпути в течение их трудовой жизни.

Но для того, чтобы широкая публика приняла инфляцию в целях «спасения планеты», это должно быть видимым изменением в лучшую сторону. Но, учитывая очевидный опыт, когда 450 электростанций без каких-либо выбросов вместе с миллионами тонн углекислого газа, которые использовались для повышения нефтеотдачи за последние тридцать лет, не имели никакого значения для скорости роста глобальной температуры в течение этого времени, мы можем ожидать, что CCS покажет тот же эффект, особенно если он не может удалить всю двуокись углерода. Но, как ясно показывает таблица, CCS является первым улучшением для окружающей среды, которое резко снижает производительность и эффективность выработки электроэнергии на ископаемом топливе.

В таблице 3.1 показано влияние полномасштабной схемы CCS на производительность номинально 500 МВт сверхкритического пара, установленного в Соединенных Штатах, сжигающего высокосернистый уголь Иллинойс-6. Без CCS чистая мощность составляет 462 МВт при КПД 40,5%. С системой МЕА, которая используется в нефтяной и газовой

промышленности для удаления унесенного углекислого газа для повышения извлечения, выходная мощность падает до 329,5 МВт при КПД 28,9%. Система охлажденного аммиака работает при более низкой температуре с меньшей энергетической нагрузкой процесса.

Несмотря на это, товарная мощность на 10% ниже, но КПД на 37% лишь незначительно выше, чем КПД подкритической паровой станции с той же номинальной мощностью.

Эффективность измеряется как отношение чистой вырабатываемой электрической энергии к потребляемой топливной энергии. Это означает, что для паровой установки без CCS на каждую тонну угля, преобразованного в электроэнергию, энергия 1,47 тонны выбрасывается в охлаждающую воду и дымовые газы. Для завода, оборудованного МЭА, теряется энергия в размере 1,66 тонны, чтобы произвести на 143 МВт меньше продаваемой электроэнергии.

Из различных систем, которые были испытаны, наиболее многообещающей является система охлажденного аммиака Alstom, представляющая собой низкотемпературный процесс с высоким давлением, который был установлен для американского испытания совместно с Институтом исследования электроэнергии (EPRI) на электростанции «Приятная прерия» компании We Energy.

Pleasant Prairie - это электростанция мощностью 1224 МВт, работающая на угле, расположенная недалеко от деревни с таким названием, на полпути между Чикаго и Милуоки и примерно в 8 км от берега озера Мичиган в штате Висконсин. Станция работает с базовой нагрузкой и сжигает малосернистый западный уголь. Эти два множества tandemных соединений повторного нагрева турбогенератора, каждая мощность 612 МВт с параметрами пара на запорном клапане высокого давления 137 бара 535 ° С. Первый набор был введен в эксплуатацию в 1980 году, а второй - в 1985 году. Для исследования CCS отводящий поток отбирается из одного из дымоходов, эквивалентных 20 МВт генерации.

Базовая система CCS та же самая, однако она применяется, разница заключается в растворителе для отделения диоксида углерода и качества дымовых газов. Поступающий топочный газ сначала должен быть очищен и охлажден до температуры ниже 30 ° С. Водная промывка удаляет оксиды серы и азота и любые твердые частицы и охлаждает газ до оптимальной температуры для захвата абсорбентом.

Чистый газ затем течет вверх по колонне в противотоке к удаляемой суспензии, содержащей абсорбент, который отделяет углекислый газ, оставляя остальную часть дымового газа, чтобы попасть в дымовую трубу. Затем обогащенный растворитель проходит через теплообменник для охлаждения бедного растворителя, покидающего сепаратор.

Сепаратор нагревает обогащенный растворитель, заставляя его выделять углекислый газ, становясь обедненным и возвращаясь к верхней части абсорбирующей колонны. Отделенный газ проходит через промывку водой, чтобы удалить любой из растворителя, который, возможно, перенесся, и имеет

чистоту 99,9%. Затем он сжимается и продолжает обрабатывать или связывать. Энергетические потребности процесса заключаются в нагреве абсорбента для выделения диоксида углерода и сжатии выделенного газа.

В большинстве процессов используется органический растворитель, из которых наиболее широко используется моноэтаноламин. Но система охлаждения Alstom с аммиаком была разработана с самого начала для выработки электроэнергии и представляет собой низкотемпературную систему высокого давления, в которой в качестве абсорбента используется карбонат аммония.

На первой стадии поступающий дымовой газ из установки FGD обычно находится на уровне около 60 ° C и охлаждается до температуры около 2 ° C, которая конденсирует большую часть захваченной воды, которая может быть возвращена обратно в систему FGD. , Это уменьшает объем и массу дымовых газов и уменьшает размер следующего оборудования и, конечно, необходимую мощность сжатия.

Чистый газ с влажностью около 1% поступает в абсорбционную колонну, которая в принципе аналогична установке FGD. Газ поднимается в противотоке к суспензии, содержащей карбонат аммония и бикарбонат аммония, который поглощает более 90% углекислого газа. Обезуглероженный дымовой газ проходит через промывку холодной водой, которая удаляет любые следы аммиака, которые используются повторно.

Суспензия, богатая диоксидом углерода, состоит в основном из бикарбоната аммония, закачивающийся в регенератор через теплообменник, который нагревает его до 80°C, чтобы выпустить газ и оставить бедную смесь карбоната аммония, которая направляется обратно в абсорбер через другую сторону теплообменника.

Наконец, извлеченный газ пропускают через дополнительную промывку водой, чтобы удалить любые следы аммиака, а затем сжимают до 80-100 бар для передачи в конечный пункт назначения. Эмиссия стека в основном состоит из азота, избытка кислорода и следов углекислого газа. Для новой установки пакет, вероятно, будет включен в ось градирни, чтобы придать потоку газа дополнительную плавучесть в потоке пара, выходящем из башни.

Преимущество системы охлажденного аммиака состоит в том, что меньший объем проходящего через нее сухого газа снижает мощность сжатия и потребность в паре для нагрева, чтобы выкипать из диоксида углерода в регенераторе. Это приводит к снижению вспомогательной нагрузки, которая увеличивает электрическую мощность паровой турбины. Фактически, отвод пара из турбины составляет всего 22,6 кг / с, что составляет примерно одну седьмую от требований системы MEA.

Пилотная установка работает в Pleasant Prairie с начала февраля 2008 года и будет работать около года. Он был спроектирован, построен и эксплуатируется компанией Alstom. Цель состоит в том, чтобы продемонстрировать систему, работающую на дымовых газах, и собрать данные, которые позволили бы разработать полноразмерную систему CCS для коммерческого применения.



3.1: Pleasant Prairie, Висконсин, США. Пилотная установка CCS мощностью 5 МВт для системы холодного аммиака Alstom, которая прошла испытания в конце февраля 2008 года. (Фото предоставлено We Energy)

Первые сообщения от Pleasant Prairie показывают, что охлажденный аммиак может отделить от 88 до 90% углекислого газа и достичь чистоты 99%. Это одна из трех аналогичных схем со скользящими потоками на крупных электростанциях, работающих на угле.

American Electric Power с мощностью 38 000 МВт, работающей в основном на угле в одиннадцати штатах, является одной из крупнейших электроэнергетических компаний в Соединенных Штатах. Компания была особенно активна в экологических аспектах производства электроэнергии. В 1990 году она установила газовую турбину PFBC на своем заводе в Тиде, недалеко от Цинцинати, штат Огайо, и в 2002 году они подписали соглашение с Battelle для изучения системы CCS для своей альпинистской электростанции мощностью 1300 МВт в Ньюхейвене, штат Вашингтон.

В частности, геология области должна была быть изучена, чтобы увидеть, есть ли у нее подходящие глубокие слои для улавливания углерода, а также целостность структуры уступочной породы, чтобы увидеть, был ли он каким-либо образом разрушен, что может привести к утечке газа на поверхность.

Затем в 2007 году АЕР подписал меморандум о взаимопонимании с Al-Stom для установки системы охлажденного аммиака на Mountaineer. Как и в Pleasant Prairie, это был бы промышленный поток, принимающий дымовые газы, эквивалентные 20 МВт генерации. Извлеченный газ в количестве около

200 000 т / год будет направляться в глубокий соленый водоносный горизонт под площадкой. Система для полной производительности станции должна будет обрабатывать 13 миллионов тонн газа в год.

Третий проект предназначен для блока мощностью 450 МВт северо-восточной станции в Оологе, штат Оклахома, который будет аналогичен размеру блока в Альпинисте. Здесь АЕР подписали соглашение с SemGreen LP, который будет использовать углекислый газ для повышения нефтеотдачи.

Использование скользящих потоков для получения, скажем, 5 или 10% дымовых газов для CCS, а не 100%, может иметь какое-то отношение к тому факту, что Чикагская углеродная биржа является первой и наиболее эффективной схемой торговли углеродом, созданной после Киото. Согласно этому закону, загрязнители продают свои разрешения на загрязнение загрязнителям, которые не могут быстро прекратить свою деятельность. Таким образом, установка мощностью 600 МВт с отводом дымовых газов на 10% для прохождения через систему CCS имеет эффективно 540 МВт классической грязной энергии, работающей на угле, и 60 МВт чистой энергии. Разделите мощность на эти две части, и 60 МВт продаст свое разрешение на загрязнение другой 540 МВт, что является чисто внутренней операцией электростанции.

Но CCS приближается к перекрестку. Pleasant Prairie и другие тесты нацелены на то, чтобы EPRI подготовила отчет о пригодности схемы для масштабирования до полноразмерной электростанции. Какие могут быть ожидаемые проблемы с эксплуатацией и техническим обслуживанием, и, прежде всего, какими будут затраты, потому что именно это в конечном итоге и определит, будет ли он построен в качестве полноразмерной схемы улавливания углерода для сверхкритической паровой электростанции.

Но другая проблема, которая все еще должна быть решена, состоит в том, что является вспомогательной нагрузкой на электростанции, устанавливающей это. Скажем, например, что компания имеет в своей сети три крупных паровых электростанции сверхкритического давления, каждая с двумя установками мощностью 800 МВт с КПД 43%. Они обязаны установить системы CCS для удаления углекислого газа из дымовых газов всех шести блоков. Это установки с базовой нагрузкой, поэтому они производят в общей сложности около 48 млн. т / год, которые должны храниться либо на близлежащем нефтяном месторождении для улучшения извлечения, либо в глубоко залегающем соленом водоносном горизонте, который может быть где угодно.

Оборудование установлено в течение 3-х летнего периода, и чистый результат представляет собой вырабатываемую мощность 700 МВт от каждого блока, что составляет чистую потерю 600 МВт на трех станциях, а эффективность снизилась с 43 до 36%. Но до переоборудования все три электростанции работали как блоки базовой нагрузки, и каждая имела контракты на поставку 800 МВт. Так как же утилита компенсирует разницу? Он мог бы покупать электроэнергию у соседней системы или построить электростанцию с комбинированным циклом мощностью 800 МВт, чтобы

увеличить их базовую нагрузочную способность и обеспечить некоторый рост.

Преобразованные угольные станции были очищены от выбросов, но для этого они производят менее продаваемую электроэнергию с тем же количеством угля. Больше энергии должно быть потрачено на перекачку добытого газа в отдаленное нефтяное месторождение или соленый водоносный горизонт на глубине 2000 м или более под землей.

Большая проблема - стоимость и осуществимость на данном сайте. Для переоснащения паровой установки газовой турбиной использование вертикального котла с рекуперацией тепла часто было необходимо, потому что оно имеет меньшую площадь и может вписаться в пространство, освободившееся старым котлом, работающим на сжигании. Теперь на угольной электростанции оборудование CCS должно быть установлено на площадке, но там, где оно включено в технологическую цепочку с электростатическими осадителями и системой FGD. Затем внутри электростанции паровая турбина должна быть модифицирована, чтобы обеспечить отвод пара для извлечения абсорбента. Учитывая стоимость всего этого и большую потерю товарной энергии, которую невозможно компенсировать, а также возраст установки, которая будет определять режим ее работы, вполне вероятно, что владелец старой угольной электростанции на низкий коэффициент загрузки предпочел бы отключить его и поставить на его место комбинированный цикл.

Проблемы, похоже, усугубляются с IGCC, где синтез-газ из газификатора в основном состоит из водорода и оксида углерода. Используя высокотемпературную реакцию сдвига монооксида углерода в синтез-газе с паром, он производит водород и диоксид углерода. Это проверенная технология в том смысле, что она используется в аммиачной промышленности, но в гораздо меньших масштабах, и для ее интеграции в схему IGCC мощностью 700 МВт это будет непрерывный процесс для разделения гораздо большего объема газа. Поэтому в этой ситуации синтетический газ, поступающий в газовую турбину, представляет собой водород со следами метана и углекислого газа.

Система сгорания газовой турбины должна быть модифицирована для сжигания водорода, но она все равно должна быть запущена с использованием природного газа или дистиллята, а затем заменена. Выходная мощность газовой турбины будет меньше на водороде, но продукт сгорания - это вода, покидающая дымовую трубу в виде вздымающихся облаков пара.

В конце 2006 года Министерство энергетики США подготовило отчет, в котором показано, что IGCC с улавливанием углерода мощностью 640 МВт приведет к снижению чистой выработки еще на 100 МВт и добавлению не менее 36% к цене электроэнергии, но все же будет производить самую дешевую энергию по сравнению с угольной сверхкритической паровой установкой и комбинированным циклом с добавлением CCS.

Без улавливания углерода вспомогательная нагрузка газогенератора составляет около 130 МВт для станции с валовой мощностью 770 МВт. Применяют улавливание углерода, и оно падает до 745 МВт, потому что

газовые турбины имеют более низкую мощность при сжигании только водорода. Но дополнительная нагрузка оборудования для улавливания углерода составляет 60 МВт, и, следовательно, чистая мощность комбинированного цикла составляет 555 МВт. Более важным является тот факт, что чистая эффективность падает до 32,5%.

В конце 2007 года Министерство энергетики прекратило финансирование Futuregen. Это был международный проект по строительству безуглеродной электростанции, работающей на угле. Он должен был быть построен на площадке в Маттуне, штат Иллинойс, о которой было объявлено около двух месяцев назад. Министерство энергетики израсходовало более 50 миллионов долларов на различные исследования и пришло к выводу, что дешевле будет установить CCS для существующих электростанций для оценки, чем строить специализированный объект с прогнозируемой стоимостью 1,5 миллиарда долларов.

Futuregen не был бы в эксплуатации примерно до 2012 года, в самом начале, и определение проекта не дошло до выбора поставщиков основного оборудования. Тем временем развитие шло впереди пилотных установок CCS, первая из которых собиралась начать работать на угольной электростанции в Висконсине.

Более того, кто настаивает на том, чтобы мы отбирали весь углекислый газ из дымовых газов каждой тепловой электростанции, когда для мощности базовой нагрузки существует проверенная система генерации с сорокалетним опытом эксплуатации, снижающая затраты на топливо и никаких выбросов нет? Если это лучшее, что мы можем ожидать от IGCC с улавливанием углерода, то это сводит на нет все, что было сделано для повышения эффективности и чистоты выбросов угольной электростанции за последние пятьдесят лет. На протяжении всей истории целью развития было повышение производительности и эффективности. Тем не менее, для удаления углекислого газа требуется разработка и создание системы, которая может быть интегрирована с существующей электростанцией в какой-то неопределенной перспективе в будущем.

Но что, если ваша энергетическая система имеет большую ядерную базовую нагрузку, поддерживаемую комбинированными циклами, как, например, в Японии и Корее? В течение последних шестнадцати лет Mitsubishi Heavy Industries совместно с коммунальным предприятием Kansai Electric разработали процесс KM CDR (регенерация углекислого газа) для потоков дымовых газов из котлов, работающих на природном газе, вместе с поглотителем KS-1. KS-1 был испытан в течение более 4000 часов на угольном котле с расходом 10 т / сутки.

Другой широко используемый аминный растворитель, МЭА, имеет тенденцию разлагаться относительно быстро, в то время как KS-1, стерически ингибированный амин, оказался более стабильным, хотя примеси в газовом потоке могут реагировать с ним с образованием солей, которые не разрушаются при нагревании и вовремя уменьшают количество доступного для поглощения газа.

Первая коммерческая установка была на заводе по производству удобрений Petronas в Кедах, Малайзия. Для получения удобрения из природного газа требуется производство аммиака с последующей реакцией с диоксидом углерода с образованием мочевины. Аммиак и диоксид углерода производятся в паровом риформере с избытком аммиака для нужд реакции. Если котел, производящий пар, оснащен схемой CDR, извлеченный диоксид углерода может использоваться с избытком аммиака для производства большего количества мочевины.

Котел производит $3400 \text{ Нм}^3 / \text{ч}$ газа, который выходит через CDR в виде газа с чистотой 99,9%.

Это тот случай, когда извлеченный газ используется непосредственно в процессе для улучшения выхода. Завод в Кедахе начал свою работу в октябре 1999 года и удаляет $200 \text{ т} / \text{сутки}$ углекислого газа из дымовых газов для использования в промышленном процессе. Разложение растворителя KS-1 составляет около $300 \text{ г} / \text{т}$ газа, и предпринимаются попытки его дальнейшего снижения. После Kedah на химическом заводе в Японии была произведена установка в $330 \text{ т} / \text{д}$ на паровом котле. При сжигании масла может присутствовать сера и другие примеси, которые должны быть вымыты из дымового газа перед его обработкой. Используется растворитель KS-1, а извлеченный диоксид углерода используется в различных процессах.

Затем два агрегата по $450 \text{ т} / \text{сутки}$ были поставлены индийским удобрениям в Аонле. Это была похожая, но более крупная установка, чем в Кедах, где производили мочевины для удобрения из природного газа. Агрегаты CDR были введены в эксплуатацию в декабре 2005 года. Абу-Даби удобрения также имеют $400 \text{ т} / \text{день}$, который вступил в эксплуатацию в октябре 2006 года.

Все эти установки работают и доказали концепцию извлечения углекислого газа в качестве сырья для мочевины. Это сравнительно небольшие агрегаты с добываемым газом менее $1 \text{ млн. т} / \text{год}$, но они показывают, что любая отрасль, требующая использования диоксида углерода в качестве сырья, может извлечь его из собственной газовой котельной.

Кроме того, разработка была предпринята компанией, производящей газовые турбины, действующей в партнерстве со своим заказчиком, генератором электроэнергии. Они были заинтересованы в разработке системы, которая была бы пригодна для газовых электростанций и не создавала бы большой вспомогательной нагрузки. Но это еще предстоит проверить в полном объеме в смешанном цикле.

Комбинированный цикл имеет два преимущества для захвата углерода. Его уровень выбросов ниже, и природный газ является чистым топливом. NOx может быть уменьшен в процессе сжигания в газовой турбине с последующим селективным каталитическим восстановлением до 3 частей на миллион. Во-вторых, чистое топливо и низкое воздействие на окружающую среду означают, что его можно устанавливать ближе к городам и промышленным объектам, где может возникнуть потребность в диоксиде углерода для использования в качестве химического сырья. Но хотя текущая

газовая турбина класса F в одновальном комбинированном цикле мощностью 410 МВт имеет выработку углекислого газа из природного газа 3100 т / день, она сопоставима с 450 т / день для заводов по производству удобрений. Итак, снова промышленный завод гораздо меньше.

Здесь мы видим недостаток захвата углерода. Если он установлен на существующей установке, это приведет к потере товарной продукции, которую невозможно восстановить.

Следовательно, процесс должен быть разработан таким образом, чтобы потери на выходе были намного ниже, а ухудшение абсорбента должно быть уменьшено, чтобы снизить эксплуатационные расходы.

Но к тому времени, когда система будет усовершенствована для гораздо большей выработки газа при производстве электроэнергии и сможет производить конкурентоспособную энергию, и может пройти еще двадцать лет, сколько из существующих угольных электростанций будет закрыто к тому времени?

Все преимущества могут быть применены к существующим применениям, и теперь вопрос заключается в том, должны ли эти промышленные котлы и нефтегазовая отрасль, на которых мы должны концентрироваться, повышать эффективность своих существующих систем? Почти наверняка это не будет применяться к полной мощности существующей электростанции, потому что это так изменит производительность и итоговую цену электроэнергии, что, вероятно, ни одна генерирующая компания не захочет установить ее.

Угольная электростанция мощностью 1600 МВт с двумя установками мощностью 800 МВт будет производить 16 миллионов тонн в год углекислого газа. Промысловый поток от одного эквивалента до 5% объема производства будет иметь систему CCS, производящую около 400 000 т / год, которая может быть продана местной промышленности, или нефтяное месторождение будет в той же ситуации, что и другой завод, потребляющий 5% своего топлива. ввод в виде биомассы.

Поскольку биомасса является углеродно-нейтральной, электростанция, безусловно, получит в Великобритании премиальную цену за возобновляемую энергию. Получит ли оборудованная CCS электроэнергия премиальную цену за свои 5% очищенной энергии угля. В конце концов, если, установив оборудование CCS, выбросы завода уменьшатся еще на 5%, что, безусловно, чего-то стоит, если только в качестве разрешения на торговлю с нулевым выбросом углерода компенсировать оплату углерода за остальные 95%.

Но если для того, чтобы сделать электростанцию, работающую на угле, приемлемой, цена будет повышена на 50% за киловатт-час, будут ли генерирующие компании принимать ее, когда CCS представляет огромную вспомогательную нагрузку, которая потребует для строительства нового завода, чтобы компенсировать потерянную продукцию?

Даже сейчас, когда цены на топливо растут, во многих странах были повышены тарифы на электроэнергию, и после длительного периода низкой инфляции люди начинают вновь наблюдать, как они растут. Они не

собираются обращаться к правительству, которое тратит миллионы долларов на разработку системы, извлекающий весь углекислый газ из дымовых газов, а затем снова тратит столько же на трубопроводы и компрессоры, чтобы отправить его в какой-либо подземный солевой водоносный горизонт, который имеет ограниченную способность для его размещения.

Угольные электростанции производят слишком много углекислого газа для утилизации. Если бы угольная электростанция мощностью 1600 МВт была построена в окрестностях Вейберна, Саскачевн, они бы хотели вкладывать 16 миллионов тонн в год в нефтяное месторождение, на котором было бы место только для еще 25 миллионов тонн после закрытия месторождения в 2020.

Даже если бы газ не был введен для добычи нефти, месторождение могло бы принять 45 миллионов тонн, что будет меньше, чем три года с электростанции.

Таким образом, хотя можно использовать соляные водоносные горизонты и понимать долгосрочную реакцию под давлением углекислого газа, сколько их в геологии стран, работающих на угле, и способны ли они забрать весь отделенный газ из всего угля? запущенные электростанции за весь срок их эксплуатации? Это то, чего мы не знаем, но если на потенциальных участках недостаточно мощностей для улавливания, то это еще одно препятствие для чистого угля.

Поэтому необходимо спросить, что такое CCS? Является ли это еще одним примером зеленых фанатиков, осознающих, что в нефтяной и газовой промышленности существует установленный процесс, работающий в небольших масштабах, и это как раз то, что нам нужно, чтобы остановить выбросы углекислого газа; и не только от угольных электростанций, но и от комбинированных циклов и промышленных котлов, работающих на угле или газе?

Поэтому CCS должен, если он вообще используется, использоваться в промышленных котлах и комбинированных схемах теплоэнергии, работающих на газе, где существует рынок, доступный для двуокиси углерода в качестве химического радикала. Есть все основания продолжать исследования системы для разработки процессов с более высоким давлением и более стабильных адсорбентов. Но это всего лишь нормальное развитие, которое можно ожидать для повышения производительности и снижения эксплуатационных расходов.

Комбинированные циклы имеют гораздо более низкие уровни выбросов; сначала из-за разного топлива; во-вторых, их высокая эффективность означает, что они сжигают меньше; и, наконец, что, будучи загруженными последователями в будущей схеме зеленой энергии, они не будут работать 24 часа в сутки по 365 дней в году.

Поэтому удаление диоксида углерода из выхлопных газов нецелесообразно из-за огромных объемов, которые необходимо изолировать, а также из-за потери производительности и более высокого расхода топлива, необходимого для поддержания существующего уровня спроса на

электроэнергию.

Стоит ли использовать CCS на существующих установках, зависит от того, как они используются. У Centrica Energy, Windsor UK, есть семь электростанций с комбинированным циклом и строится восьмая возле Плимута, но они работают в режиме следования за нагрузкой, чтобы удовлетворить потребности своего внутреннего рынка, на который они также поставляют газ.

Работа Centrica типична для вероятного способа использования комбинированных циклов в системе зеленой энергии завтрашнего дня. В 2006 году семь электростанций общей мощностью 3269 МВт с комбинированным циклом испустили 4 341 366 т диоксида углерода, что примерно столько же, сколько было бы от одного угольного энергоблока мощностью 400 МВт, который работал бы с базовой нагрузкой.

Поэтому ставить CCS на комбинированный цикл нецелесообразно по двум причинам.

Во-первых, один блок вала с газовой турбиной класса F и доступностью 33% будет работать 11 часов в день в будние дни и отключаться по выходным. Пока нет данных о том, как блок CCS будет работать с перебоями, и как это повлияет на производительность комбинированного цикла.

Таким образом, для сокращения выбросов углекислого газа из дымовых газов существует только три практических меры. Во-первых, весь углекислый газ, необходимый в качестве химического реагента в промышленности, должен быть извлечен из собственных промышленных котлов и электростанций. Во-вторых, повысить эффективность существующих электростанций, работающих на ископаемом топливе, либо путем постепенного обновления существующих газовых турбин и паровых турбин, либо путем разработки новых комбинированных циклов для повышения эффективности. Наконец, выведите уголь из производства электроэнергии в целом.

Если мы серьезно относимся к сокращению выбросов, то это самые простые меры. Существует слишком много неизвестных о улавливании и хранении углерода, и на современном уровне техники это снижает эффективность и полезную выходную мощность настолько, что делает ее непривлекательной для генерирующих компаний.

Почему мы должны когда-либо пытаться сделать это упражнение, чтобы сделать уголь экологически чистым, когда у нас есть другая система генерации без выбросов при базовой нагрузке, которая работает уже более сорока лет?

Израсходование запаса угля?

Из всех известных видов топлива уголь занимает особое место в странах, которые его производят. Это сделало возможным промышленную революцию в качестве топлива для производства пара для привода насосов, поездов, кораблей, электростанций и бытовых и промышленных котлов. Это наиболее распространенное из ископаемых видов топлива, но его труднее всего добывать, обрабатывать и хранить. Он убил многих людей, которые его добывали, и уничтожил здоровье большинства остальных, а его сжигание привело к смогу в городах и кислотным дождям в озерах и реках.

За последние пятьдесят лет он потерял большую часть своих традиционных рынков, оставив в качестве основного использования только производство электроэнергии и части металлургической и химической промышленности. Теперь его дни сочтены на рынке производства электроэнергии, потому что все усилия по очистке его выбросов, начиная с десульфурации дымовых газов, снизили производительность и увеличили стоимость строительства и, следовательно, производства электроэнергии.

Тем не менее, у него может быть будущий рынок в качестве химического сырья, когда нефть заканчивается или становится слишком дорогой. Но если какое-либо правительство серьезно относится к сокращению выбросов, чтобы помешать изменению климата, то удаление угля в качестве топлива для выработки электроэнергии должно иметь высокий приоритет.

Долгое время уголь был основным топливом в большинстве домов в Соединенном Королевстве. Типичный дом с тремя спальнями, построенный в 1930-х годах, будет иметь камин в двух основных гостиных на первом этаже и в двух самых больших спальнях над ними на верхнем этаже. На кухне также будет котел для подачи горячей воды. Обычно в главной гостиной был только один камин, и кухонный котел работал непрерывно.

Это была обременительная задача - чистить решетку в гостиной и разжигать огонь каждый день в течение семи месяцев в году, но в 1950-х годах он скоро закончился. Чего люди не понимали, так это того, что дымоходы во всех их домах выходили в атмосферу на высоте менее 20 м над землей.

Лондон был известен своими туманами в той степени, в которой они фигурировали в литературе и популярных песнях. Но в ноябре 1952 года температурный перепад на юго-востоке Англии создал густой слой смога над Лондоном и его пригородами, что привело к гибели более 4000 человек от бронхиальных заболеваний. Это настолько встревожило правительство, что в 1954 году они приняли Закон о чистом воздухе, который фактически положил конец сжиганию битумного угля в бытовых решетках.

Кокс и антрацит, который является почти чистым углеродом, все еще можно сжигать, но принятие этого закона привело к окончанию внутреннего рынка угля. Чтобы это произошло, потребовалось несколько лет, и это

привело к более широкому внедрению центрального отопления с использованием котлов, работающих на нефти или газе. Поскольку уголь, газ и электричество находятся в государственной собственности, стимулов для централизованного теплоснабжения не было. Первый газ был обнаружен в южной части Северного моря в 1964 году.

Природный газ заменил угольный газ на внутреннем рынке, а дизель-электрические и электровозы заменили пар на железных дорогах. Добыча угля закончилась в Бельгии и Нидерландах. Многие новые паровые установки того времени были предназначены для сжигания нефти, а некоторые из старых установок были переведены с угля на нефть, и три из них в Бельгии, Ирландии и Хорватии были позже оснащены газовыми турбинами для создания некоторых из них. первые комбинированные циклы в Европе.

Но уголь потерял популярность в большей части развитого мира, и европейское производство сейчас намного меньше, чем было. В нынешнем Европейском союзе, состоящем из 27 стран, только Польша, Германия, Великобритания и Испания имеют значительную добычу угля, и существует мало планов по строительству новых генерирующих мощностей, работающих на угле, по всему региону. Крупными рынками угля в производстве электроэнергии являются Китай, Индия и США.

В Германии имеется полубитуминозный уголь в Рурской долине и крупные месторождения лигнита в Рейнской долине над Кельном. Тридцать лет назад правительство взяло на себя дополнительные расходы на электроэнергию (так называемый угольный газ) для поддержки промышленности. На востоке есть еще одно крупное месторождение лигнита, простирающееся от Котбуса на севере до Лейпцига, которое было основным топливом для электростанций бывшей Германской Демократической Республики.

Угольная промышленность Соединенного Королевства сократилась с 850 карьеров при национализации в 1947 году до менее чем двадцати сегодня. Отчасти это было связано с геологическими проблемами, а некоторые - с потерей рынка из-за воинственности профсоюзов в 70-х и начале 80-х годов. Более 75% ресурса все еще находится в земле, и из-за высокого содержания серы в некоторых из наиболее доступных месторождений владельцы старейших электростанций, которые должны быть закрыты не позднее 2015 года, предпочли импортировать с низким содержанием серы. уголь, а не подходящие системы десульфурации дымовых газов (FGD) в течение оставшихся нескольких лет эксплуатации.



4.1: Гонконг: Станция Касл-Пик В с угольными установками мощностью 4 x 670 МВт оснащена системами SCR и FGD, что позволит ей продолжать работу после 2011 года

В качестве топлива для электростанций он сжигался неэффективно. Большинство угольных электростанций по всему миру работают с циклом низкого давления с докритическим паром, в лучшем случае с тепловым КПД 35%. Поскольку экологические проблемы, в частности кислотные дожди, привлекли внимание общественности, новые электростанции, работающие на угле, должны были иметь горелки с низким уровнем выбросов и FGD, в дополнение к электростатическим осадителям, которые собирают пыль, переносимую в дымовых газах.

Сегодня на старых установках, таких как, например, Касл-Пик В в Гонконге, теперь должны быть установлены эти меры по охране окружающей среды, чтобы продолжать работу. Эта станция была завершена в 1990 году с четырьмя 670 МВт станциями, работающими на угле, и в настоящее время является предметом крупной экологической программы по удалению оксидов азота и серы из дымовых газов, чтобы позволить ей оставаться в эксплуатации после 2011 года.

Аналогичные меры были введены или внедряются на других угольных электростанциях по всему миру, чтобы обеспечить их непрерывную работу. Однако ни одна из этих мер не увеличивает производительность электростанции и все увеличивает ее стоимость.

Хотя все эти меры в настоящее время являются обязательными для новых угольных электростанций, они оказали влияние на производительность, ускоряя введение сверхкритического парового цикла с его более высокими давлением и температурой, что обеспечивает более высокую эффективность.

Еще десять процентных пунктов позволили построить угольную электростанцию с учетом всех мер по охране окружающей среды.

Таким образом, новая электростанция, работающая на угле, заказанная сегодня, будет более компактной и более эффективной, чем построенная более сорока лет назад. Тогда типовая электростанция будет иметь до четырех энергоблоков мощностью от 300 до 660 МВт и с дымовой трубой высотой до 200 метров для рассеивания выхлопных газов при преобладающем ветре. Единственной экологической мерой будет обеспечение электростатическими осадителями или рукавной фильтровальной камерой для сбора пыли, переносимой в дымовых газах. При производстве сверхкритического пара не наблюдается заметного изменения фазы в точке кипения. Плотность пара и испаряющейся воды одинаковы. Состояние было известно более 100 лет. В оригинальном патенте Марка Бенсона на прямоточный котел 1922 года говорилось, что длинная труба, содержащая сверхкритический пар, будет производить

сухой перегретый пар, если открыть клапан на конце трубы.

Во времена Бенсона проблема заключалась в отказе барабанов высокого давления, которые затем были изготовлены из клепаных пластин и, как было известно, взрывались, часто с катастрофическими последствиями. Его идея заключалась в том, что должен быть не барабан, а непрерывная трубка высокого давления, питаемая от циркуляционного насоса на одном конце и с паровым клапаном на другом. Это принцип прямоточного котла или котла Бенсона.

Сразу же, котлы были применены к докритическим паровым циклам, особенно для установок, рассчитанных на среднюю нагрузку и пиковые нагрузки, которые имели бы возможность быстрого пуска из-за отсутствия необходимости справляться с тепловой инерцией большого барабана высокого давления. Но с введением сверхкритических паровых циклов котел Benson вступил в свои права.

Сверхкритическому пару пришлось ждать металлургии, чтобы наверстать упущенное. Некоторые ранние заводы использовали аустенитные стали для компонентов с самой высокой температурой, которые были дороги в производстве. Но разработка в 1980 году более прочных ферритных сталей, которые могли бы поддерживать сверхкритическое давление при более низких температурах, позволила ввести давление пара при давлении более 200 бар и добиться повышения КПД до более 40% при температурах пара, которые были не намного выше, чем у существующие докритические паровые циклы.

Сверхкритический пар дал углю новый срок службы в некоторых странах-производителях, но меры по охране окружающей среды, главным образом, FGD и горелки с низким уровнем выбросов NOx с отдельным воздухом над огнем (SOFA) для дальнейшего сокращения выбросов, также снижают часть повышения эффективности паровой цикл высокого давления.

ТАБЛИЦА 4.1: НЕКОТОРЫЕ ВИДЫ УГЛЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

<i>Источник</i>		<i>Тип, (б</i>	<i>Вода</i>	<i>Зола</i>	<i>#</i>	<i>З</i>
<i>кДж/кг</i>			<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>
<i>Австралия</i>						
BAYSWATER	Битумный	25143	10.0	12.5	64.4	0.8
HUNTER VALLEY	Битумный	27905	4.8	9.4	70.7	0.6
<i>Колумбия</i>						
EL CERREJON 1	Битумный	25947	9.0	9.6	66.5	0.7
EL CERREJON 2	Битумный	26705	8.6	8.8	67.9	0.8
BP COLUMBIA	Битумный	28267	6.6	9.1	70.9	0.8
<i>Германия</i>						
RHEINBRAUN	Полубитуминозный	22100	11.0	4.0	58.8	0.4
HAMBACH	Полубитуминозный	19273	18.0	3.5	52.4	1.1
LAUSITZER	Бурый уголь	8801	55.8	3.9	27.0	0.8
<i>Польша</i>						
WEGLOKOKS	Битумный	25117	9.2	13.6	65.5	0.5
JANOVICE	Битумный	29152	3.5	5.6	74.7	0.4
<i>Россия</i>						
KUZBASS 1	Битумный	30645	5.0	5.1	78.6	0.3
KUZBASS 2	Антрацитовый	31088	4.5	5.0	81.9	0.3
<i>Южная Африка</i>						
GREENSIDE	Битумный	25821	8.0	12.7	65.5	0.5
KLEINKOPJE	Битумный	24733	8.1	14.7	65.5	0.6
DOUGLAS STEAM	Битумный	25540	7.5	12.9	67.1	0.5
KOORNFONTEIN	Битумный	25435	8.0	13.4	66.2	0.4
<i>Великобритания</i>						
BILSTON GLEN	Битумный	26574	11.9	5.8	68.5	0.8
SELBY	Битумный	23331	10.8	17.3	59.4	1.2
THORESBY	Битумный	24625	10.2	13.4	62.9	1.6
DRAKELOW	Битумный	23961	12.2	11.4	61.0	2.4
<i>США</i>						
WEST +9 11	Битумный	17837	10.3	31.8	44.6	3.4
PITTSBURGH 8	Битумный	27680	6.0	9.9	69.4	2.9
ILLINOIS 6	Битумный	22325	12.0	16.0	55.4	4.0

Производительность зависит также от качества угля, который варьируется от одного месторождения к другому и от одной страны к другой. Существуют большие различия в теплотворной способности, содержании углерода, золы, влаги и серы. В прошлом электростанции, работающие на угле, строились рядом с угольными месторождениями, если не в устье шахты, а конструкция станции в основном была адаптирована к свойствам имеющегося запаса угля.



4.2: Schwarze Pumpe, Германия, электростанция сверхкритического нагрева мощностью 1600 МВт также отправляет паровые нагрузки на завод по производству брикетов и в местную сеть централизованного теплоснабжения. (Фото предоставлено Siemens)

Несколько стран, в частности, с углём с низким содержанием серы, развили торговлю с Европой для старых электростанций, на которых не установлены ПГУ, и которые работают в ограниченном режиме под LCPD до закрытия в конце 2015 года. Например, в российском Кузбассе есть уголь, который характеризуется высокой теплотворной способностью и крайне низким содержанием золы, влаги и серы.

Типичным примером современной сверхкритической паровой электростанции является электростанция в Шварце-Пумпе, в 30 км к югу от Котбуса. Он имеет две турбогенераторные установки мощностью 800 МВт, которые были введены в эксплуатацию в ноябре 1997 года и марте 1998 года. Он был спроектирован для работы при базовой нагрузке с отводом пара на завод по производству брикетов по соседству, а также для сети централизованного теплоснабжения, обслуживающей деревни Шварце-Пумпе и Spremberg.

Условия пара составляют 260 бар при 560°C с повторным нагревом при 53 барах 565°C . Это сопоставимо с 160 бар, 540°C для докритического парового цикла. Турбина имеет однопоточный цилиндр высокого давления, двухпоточный промежуточный цилиндр и два двухпоточных цилиндра низкого давления с подпружиненным конденсатором.

Система FGD включает два потока на единицу после электрофильтров, которые удаляют пыль из дымовых газов. Затем газ поднимается вверх по абсорбционной колонне через охлаждающую струю и встречает спускающуюся щелочную струю. Диоксид серы в дымовых газах реагирует с

карбонатом кальция, взвешенным в распылителе, после чего очищенный газ проходит через влагоотделитель в дымовую трубу. Установки FGD производят в общей сложности около 500 000 т / год гипса, который продается местному заводу по производству гипсокартона.



4.3: Чжэцзян, Китай: одна из четырех сверхкритических паровых турбин мощностью 1000 МВт на электростанции Юйхуань компании Huaneng Power Inc. (Фото предоставлено Siemens)

Сверхкритический пар - это современная технология с более чем 20-летним опытом эксплуатации в Европе и на Дальнем Востоке. Эффективность в Schwarze Pumpe при сжигании добываемого на месте лигнита Lausitzer составляет 41% в режиме чистой конденсации и 55% в режиме полной комбинированной выработки тепла и энергии, при этом 800 т / ч пара при 4,5 бар идет на завод по производству брикетов, и 80 МДж/с при 110°C подается в сеть централизованного теплоснабжения. Такая электростанция, если она будет заказана в 2010 году, может быть введена в эксплуатацию к концу 2015 года.

С введением пара сверхкритического давления ряд улучшений сделали угольные электростанции более экологически чистыми. Во-первых, более высокая эффективность благодаря улучшенным условиям пара дает сокращение выбросов выхлопных газов как минимум на 20%, а наиболее вероятно, больше, учитывая вероятный возраст и эффективность установок, которые они заменят. ФГД производит товарный товар из гипса, который может быть продан для изготовления гипсокартона. Более высокие температуры горения и низкое содержание NOx в горелках с SOFA приводят к образованию золы, содержащей меньше несгоревшего углерода, для которого существует больше возможностей для продажи в качестве строительного агрегата.

Ближайшее будущее угля - за сверхкритической паровой установкой, но есть и другие концепции, которые находятся в будущем и еще предстоит доказать, во-первых, что они работают эффективно, а во-вторых, что они предлагают улучшение производительности по сравнению с существующими системами, которые на Современное состояние техники они не могут.

Таким образом, сверхкритический пар в своей последней версии является наиболее эффективной конструкцией угольной электростанции на сегодняшний день. Чем выше эффективность, тем меньше угля нужно выкапывать и транспортировать на площадку, и тем меньше удаляется золы.

Первая ультра-сверхкритическая паровая установка с высоким выходным давлением 262,5 бар и температурой 600 ° C была введена в эксплуатацию в Китае совместно с Huaneng Power Company. Есть четыре блока по 1000 МВт, два из которых начали работать в 2007 году, а остальные - через год. В настоящее время это сверхкритическая технология, и в Китае и других местах планируется запустить несколько таких установок.

Эта электростанция была поставлена Siemens, но в апреле 2008 года Alstom получила заказ от RWE в Германии на поставку котлов для двух блоков мощностью 800 МВт, идущих на новую электростанцию в Хамме. Это будет их первый цикл с ультра-сверхкритическим паром при 260 барах, 600 ° C, и компания прогнозирует эффективность в 46%, что по сравнению с 36% в лучших докритических циклах означает, что она будет сжигать на 23% меньше угля, чем подкритическая установка той же мощности и с соответственно меньшими выбросами.

Эти заводы значительно улучшат очистку угольной технологии. По этой причине они могут стать основными угольными электростанциями в обозримом будущем, если их вообще придется строить. Но как долго мы должны ждать проверенной технологии чистого угля, которая не разрушает прирост производительности при высокой вспомогательной нагрузке и сверхвысокой цене на электроэнергию для потребителя, потому что если это все, чего мы можем ожидать, то это будет публично неприемлемым.

Несколько производителей угля исследовали концепцию подземной газификации, которая подразумевала бы бурение в угольном пласте для получения смеси окисляющих газов, которая заставляла бы его вступать в реакцию и производить горючий газ, главным образом водород и окись углерода, который был бы направлен на электростанцию на поверхности.

Весь пепел остается под землей, но любая сера будет выделяться на поверхности. Что еще более важно, не было бы дополнительных жизненных энергетических нагрузок, связанных с добычей угля и распределением его по электростанциям. Процесс был продемонстрирован в небольшом масштабе, но затраты на разработку были бы высокими, особенно с залежами в море и вдали от шахты.

Газификация угля - это давно установившийся процесс в угледобывающих странах Европы и Северной Америки. Угольный газ датируется девятнадцатым веком как общественное энергоснабжение в крупных городах, первоначально для уличного освещения, а затем

распространяется на кухню и отопление на внутреннем рынке. Процессы, которые его создали, были строительными блоками химической промышленности и газификаторов угля, которые появились сто лет спустя.

Пожилые люди будут помнить большие цилиндрические газохранилища на своих местных газовых заводах, которые к настоящему времени уже давно будут снесены с введением природного газа.

Интеграция газификатора угля с комбинированным циклом была впервые предложена в начале 1970-х годов. В Германии завод Kellerman Lünen коммунального предприятия STEAG, построенный в 1972 году, был одним из серии полностью запущенных комбинированных циклов, построенных примерно в то время, когда выхлопные газы газовой турбины подавались в горелки котла, питающего большую паровую турбину. По пути отработавший газ проходил через серию теплообменников, которые заменили стандартные нагреватели питающей воды турбины. Отличительной особенностью завода Kellerman Lünen было то, что вместо природного газа газовая турбина сжигала синтетический газ, произведенный газификатором Lurgi на соседнем участке, используя местный добываемый битумный уголь.

В то время это была одна из нескольких схем повышения эффективности, в данном случае, электростанции, работающей на нефти. КПД составил 45% при использовании газовой турбины мощностью 50 МВт с паровой турбиной, работающей на нефти, мощностью 350 МВт. Только два завода из восемнадцати построили паровые турбины, работающие на угле. Появление более крупных газовых турбин, работающих на синхронных скоростях, привело к применению специально созданного комбинированного цикла, работающего на газе, а затем - интегрированного газогенератора и комбинированного цикла (IGCC), который в настоящее время приближается к коммерческому применению в Соединенных Штатах.

IGCC - это электростанция, связанная с химическими процессами. Основными элементами являются воздухоразделительная установка, которая производит кислород для газогенератора, корпус реактора под давлением газификатора и очистка синтетического газа, включая системы извлечения серы и ртути. Помимо электричества в извлеченной сере и ртути есть товарные продукты и, конечно, зола газификатора.

IGCC имеет наибольшую вспомогательную нагрузку из всех генерирующих систем, что снижает чистую товарную продукцию. Базовая эффективность, измеренная на клеммах генератора, зависит от степени, в которой комбинированный цикл может восстанавливать энергию из охладителей синтез-газа. Но чистая энергоэффективность, определяемая как отношение товарной энергии к потребляемой топливной энергии, дает худший результат, чем наилучшие текущие результаты, которые можно получить на паровой электростанции сверхкритического сжигания на угле, и это прежде, чем какое-либо рассмотрение будет уделено экономике и характеристикам углерода. захватить.

Из различных доступных типов газификаторов наиболее широко используется система General Electric (GE) Техасо, газифицированный газом газификатор,

работающий на суспензии, который использовался в девяти из 23 схем, которые действовали во всем мире в конце 2008 года. Этот газогенератор использовалась в первой схеме IGCC в Cool Water, примерно в 150 км к северо-востоку от Лос-Анджелеса, которая была завершена в 1984 году. Но это был прототип завода с газовой турбиной того времени.



4.4: Река Вабаш, Индиана, США. IGCC мощностью 250 МВт был введен в эксплуатацию в 1997 году, и в отдельных кампаниях использовались угли с высоким содержанием серы и сырье для производства пертолеумового кокса. (Фото предоставлено PSL Energy)

Это был первый пример газификатора угля, который был связан с комбинированным циклом, состоящим из рамы GE 7EA с паровой турбиной мощностью 40 МВт на отдельном валу. В то время стоимость всей установки была установлена на уровне 2500 долларов США / кВт. С тех пор затраты снизились, и ожидается, что коммерческие установки, планируемые к эксплуатации после 2012 года, будут установлены на уровне около 1800 долларов США / кВт.

Коммерческие схемы IGCC в течение нескольких лет работали в нефтяной промышленности, используя остаточную нефть и нефтяной кокс в качестве сырья. Комбинированный цикл строится в виде комбинированной теплоэнергетической схемы, подающей пар в процессы нефтепереработки. Из десяти схем все, кроме двух, используют газификатор Техасо, работающий на кислороде. Установки на нефтеперерабатывающем заводе Shell в Пернисе в Нидерландах и на заводе AT Sulcis в Италии имеют газификатор Shell, который представляет собой систему с сухим питанием, продуваемую кислородом.

Пять из этих схем находятся в Италии, две в Соединенных Штатах и по одной в Нидерландах, Сингапуре и Японии. Все это комбинированные

тепловые и энергетические схемы, обеспечивающие подачу мощности и технологического пара на нефтеперерабатывающие заводы. Но почему таких схем всего восемь? Двадцать лет назад «Шелл» рассматривал газификацию в нефтяной промышленности как потенциально большой рынок, который так и не был реализован.

Италия, с пятью схемами, понятна, потому что она вынуждена импортировать всю свою нефть и газ, не имеет угля и отказалась от ядерной энергии по явно политическим причинам, чтобы разрешить правительственный кризис в 1988 году.

ТАБЛИЦА 4.2: СХЕМЫ IGCC В КОНЦЕ 2008 ГОДА

<i>Площадка</i>	<i>Страна</i>	<i>Газификатор</i>	<i>Сырье</i>	<i>МВт</i>
Kellerman Lünen	Германия	Lurgi	Уголь	163
Cool Water	США	Texaco	Уголь	110
Buggenum	Голландия	Shell	Уголь ¹	253
Wabash River	США	Destec	Уголь ²	250
El Dorado	США	Texaco	Нефт. кокс	42
Polk County	США	AFB	Уголь	107
Puertollano	Испания	Prenflo	Уголь ²	300
Pinon Pine	США	AFB	Уголь	110
Shell Pernis	Голандия	Shell	Нефт. остатки	110
Falconara	Италия	Texaco	Нефт. остатки	220
Priolo	Италия	Texaco	Битум	500
Sarlux	Италия	Texaco	Нефт. остатки	500
Schwarze Pump	Германия	Lurgi/GSP	Лигнит ⁵	75
Delaware City	США	Texaco	Нефт. кокс	235
Jurong	Сингапур	Texaco	Крекинг-смола	160
Negishi	Япония	Texaco	Битум	400
Vresova	Чехия	HTW	Уголь	358
A T Sulcis	Италия	Shell	Нефт. кокс	456
Sanazzaro	Италия	Texaco	Нефт. остатки	250
Plaquemine	США	Destec	Уголь	208
Sanghi	Индия	GTI UGas	Уголь	110
Clark County	США	BG Lurgi	Уголь ³	540
Iwaki	Япония	Mitsubishi	Уголь ⁴	250

¹Смесь угля и биомассы. ²Смесь угля и нефтяного кокса. ³ Уголь и гранулированные отходы.

⁴Пневматический газификатор. ⁵Два газификатора для завода, включающего комбинированный цикл.

Япония также импортирует 80% своих поставок топлива и стремится повысить энергоэффективность. Хотя компания Mitsubishi из Иваки использовала газогенератор Texaco, работающий на кислороде, для строительства нефтеперерабатывающего завода, компания Mitsubishi проводит испытания газификатора с воздушным дутьем для целей выработки электроэнергии.

На сегодняшний день все угольные проекты IGCC являются демонстрационными схемами, финансируемыми правительством ЕС и США. Они рассматривались как прототипные системы для возможного применения в производстве электроэнергии. IGCC рассматривался как технология чистого угля, поскольку это был угольный газ, очищенный от микроэлементов перед сжиганием; и с инертным зернистым пеплом, который может быть продан в качестве строительного заполнителя.

В настоящее время можно сказать, что IGCC является проверенной технологией, но не по цене и характеристикам, которые были бы привлекательны для генератора электроэнергии. В качестве электростанции еще предстоит много работы по разработке газификатора и комбинированного цикла, прежде чем он станет конкурентоспособным, и если улавливание углерода будет включено, это может добавить слишком много к стоимости строительства и цене за кВт·ч произведенной электроэнергии.

Газификаторы угля используются в химической промышленности для производства сырья и по-прежнему пользуются спросом. Но чтобы связать газогенератор с электростанцией с комбинированным циклом, необходимо решить ряд проблем, не в последнюю очередь в отношении производительности интегрированной системы. Как независимый газогенератор, поставляющий синтетический газ для химической промышленности, надежность и ремонтпригодность газогенератора хорошо понятны. Но гораздо более крупная схема, связанная с комбинированным циклом и работающая более года одновременно и с разными уровнями выпуска, - это совершенно другая проблема.

IGCC имеет четыре соединения между газификатором и электростанцией: электрическая энергия для привода газификатора, синтетическое топливо для электростанции, азот из воздуха для разделения пламени и для улучшения массового расхода, а также пар из систем охлаждения газогенератора и синтез-газа к теплу котел-утилизатор.

Синтетический газ производится при температуре около 750 ° C, когда он покидает газификатор. и должен быть охлажден до 50 ° C для процесса очистки газа, который удаляет серу и ртуть. Таким образом, есть два источника, которые можно использовать: охладитель рубашки сосуда газификатора и охладители синтез-газа, которые являются слабым местом надежности с грязным газообразным продуктом с одной стороны и чистой питательной водой под высоким давлением с другой. Но именно степень, в которой эти источники тепла могут быть интегрированы в комбинированный цикл, определяет его эффективность.

Разработка IGCC объединяется вокруг крупных газовых турбин. Три из них теперь имеют свои собственные технологии газификации. GE приобрела технологию газификатора Техасо в 2004 году. В Японии Mitsubishi разработала газификатор с воздушным дутьем, на котором в Иваки была построена прототипная установка мощностью 250 МВт, и сейчас она проходит испытания.

В 2006 году Siemens приобрел технологию газификации GSP у

швейцарской группы Sustec. Их первым проектом будет независимый газогенератор в Spreetal, Германия, для производства синтетического газа для превращения в дизельное топливо, не содержащее серы. В настоящее время интерес к IGCC проявляется в электронном газификаторе Conoco Philips, для которого они разработали установку IGCC класса 630 МВт, основанную на газовых турбинах SGT6-5000F, для североамериканского рынка и пригодную для использования с углями более низкого качества и лигнитом.

После того, как GE приобрела технологию газификации у Техасо, они заключили соглашение с Bechtel на производство стандартной системы IGCC с комбинированным циклом с использованием газовой турбины Frame 7FB.

В 2005 году GE и Bechtel получили заказы от American Electric Power (AEP) на проведение технико-экономических обоснований для планируемой 630 МВт электростанции IGCC на площадке в округе Мейгс, штат Огайо, и второй идентичной станции для площадки в Западной Вирджинии. Позже Duke Energy также заключила контракт на проектирование установки мощностью 600 МВт, которая будет установлена в Эванспорте, штат Индиана. Эти первоначальные проектные контракты были завершены в конце 2006 года.

GCC - это технология будущего, но до сих пор мало интересовался электрогенераторами и, конечно, не за пределами Соединенных Штатов. Но с тех пор, как в 2005 году были объявлены эти первые проекты, в Соединенных Штатах было предложено около 50 схем, а в остальном мире - еще 26, но по мере появления дополнительной информации многие из них не были реализованы.

Несомненно, угроза глобального потепления возродила интерес, потому что теперь она продвигается как технология чистого угля. Но только в том случае, если его можно будет развить до такой степени, что выработка пара из системы охлаждения синтез-газа может быть оптимизирована, эта эффективность будет, по крайней мере, такой же, как и у лучших паровых установок сверхкритического давления, а надежность будет такой же, как и у лучших комбинированных циклы.

Это, конечно, не так в настоящее время, без добавления улавливания и хранения углерода. Но будущее угля сейчас связано с проблемой глобального потепления. Если глобальное потепление происходит из-за попадания углекислого газа в атмосферу, то ответом является удаление углекислого газа из дымовых газов. Если это вообще необходимо сделать, то легче удалить его из синтетического газа перед сжиганием, чем из дымовых газов после сжигания.

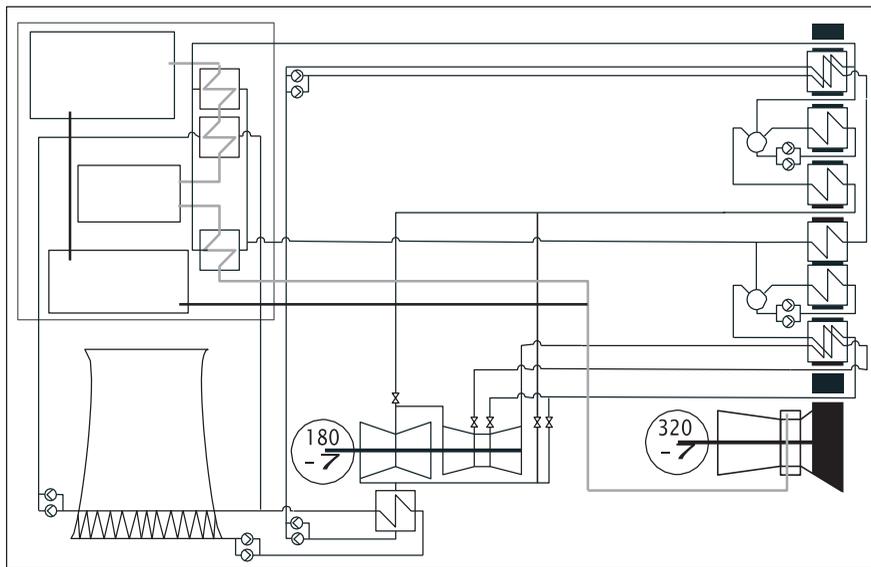
Казалось бы, это несколько крайняя мера, и ее мог придумать только тот, кто не верит в безэмиссионную ядерную энергетику и утверждает, что уголь - это топливо будущего для производства нашей электроэнергии. Другими словами, это идея Зеленого движения.

Но возможно ли это, и что нужно сделать, чтобы добиться значительного улучшения окружающей среды? Разработка чистых угольных технологий получила финансирование от правительства США, как было объявлено в сообщении о состоянии Союза в 2006 году. Цель состояла в том, чтобы

помочь развитию технологии и, в частности, улавливания углекислого газа.

Для IGCC процесс улавливания диоксида углерода является реакцией высокотемпературного сдвига монооксида углерода в синтез-газе с паром, в результате которого образуются водород и диоксид углерода. Это проверенная технология в том, что она используется в аммиачной промышленности. Но это в гораздо меньших масштабах, и, если его интегрировать как часть схемы IGCC мощностью 700 МВт, это будет непрерывный процесс отделения диоксида углерода, который может быть отправлен на близлежащее нефтяное месторождение, где он может быть закачан в скважину для повышения извлечения масла.

Может быть промышленное использование для углекислого газа, но для этого газ будет извлечен из промышленного котла и в количестве менее 1 млн. т / год.



4.5. Типичное расположение схемы IGCC с использованием газовой турбины класса F с оптимизированной системой охлаждения, но без системы улавливания углерода для синтез-газа

Для угольной электростанции количество улавливаемого газа составляет около 1 млн. т / год на 100 МВт выходной мощности.

Но при нынешнем уровне техники, без улавливания углерода, запланированным схемам для рынка Соединенных Штатов еще предстоит пройти долгий путь, чтобы догнать производительность сверхкритического пара. Конструкция GE / Vehtel с двумя газовыми турбинами Frame 7FB и паровой турбиной без улавливания углерода имеет выходную мощность 640 МВт с КПД 39% по сравнению с обычным комбинированным циклом 207FB на природном газе при 562,5 МВт и 57,6% эффективности.

Конструкция Siemens на основе E-газогенератора рассчитана на 612 МВт при КПД 38% по сравнению со стандартным комбинированным циклом при 589 МВт и КПД 57,5%. Эти две системы отличаются тем, что конструкция GE предназначена только для высококачественных битумных углей, в то время как конструкция Siemens может работать с полубитуминозными углями и лигнитом, что может дать ему более широкий рынок.

Чистая эффективность рассчитывается на той же основе, что и для любого комбинированного цикла: от топлива до продаваемой электроэнергии. Тяжелые вспомогательные нагрузки газогенератора и системы очистки газа обуславливают низкую полезную эффективность. С другой стороны, это чистое топливо, которое поступает в газовую турбину без серы и ртути, как, впрочем, и природный газ.

Для повышения эффективности первое изменение заключается в улучшении охлаждения синтез-газа, что увеличит поток пара в турбину. Во-вторых, следует использовать газовую турбину класса H, которая обладает более высокой эффективностью и мощностью, с рамой GE 7H на 260 МВт и рамой 50 Hz 9H на 330 МВт на природном газе и Siemens SGT 5-8000H с аналогичной мощностью.

Каким бы ни было давление пара, охлаждение синтез-газа должно осуществляться с помощью двухступенчатого теплообменника от синтез-газа до докритического пара, это уменьшит вероятность коррозии в охладителях, что приведет к утечке синтез-газа в паровой тракт, поскольку это будет обнаружено в промежуточной секции и принудительно отключите его, прежде чем он сможет повредить паровой контур. Высокое давление пара будет дополнительной защитой.

Если в результате этих мер мы увидим, что КПД IGCC приближается к 50%, тогда может существовать явное преимущество перед сверхкритическим паром, работающим на угле, которое будет иметь преимущество в отношении эффективности на 14% по сравнению со старым углем и более низким выходом углекислого газа. что бы он предложил. Но пока развитие застопорилось.

Акцент смещается на улавливание углерода как для IGCC, так и для существующих угольных паровых установок. Как и все другие экологические добавки, это снижает производительность завода и увеличивает стоимость. Кроме того, выходная мощность и КПД комбинированного цикла будут ниже на водородном топливе, и горелки газовой турбины должны быть модифицированы для работы с ним, а также быть мультитопливными устройствами, позволяющими запускать и выключать природный газ или дистиллят.

Ни одна система улавливания углерода не была подключена к газификатору, интегрированному с комбинированным циклом, чтобы увидеть, как будет функционировать вся система, и в любом случае это может произойти только в 2015 году, пока не появится какой-либо полезный опыт использования IGCC в коммерческой эксплуатации без улавливания углерода чтобы увидеть, стоит ли это делать.

Но может ли это случиться? Техничко-экономическое обоснование было завершено в конце 2006 года, но до настоящего момента проектное проектирование не было перенесено. Фактически, производительность IGCC должна быть улучшена, прежде чем его можно будет считать выгодным вложением для любого генератора энергии. Кроме того, исследования систем улавливания углерода, основанные на существующей практике в нефтяной и газовой промышленности, показывают, что они сделают его еще менее привлекательным.

Без улавливания углерода вспомогательная нагрузка составляет около 130 МВт для IGCC с валовой мощностью 770 МВт. Применяют улавливание углерода, и оно падает до 745 МВт, потому что газовые турбины имеют более низкую мощность при сжигании только водорода. Дополнительная нагрузка на оборудование для улавливания углерода составляет 60 МВт, поэтому чистая мощность комбинированного цикла составляет 555 МВт. Более важным является тот факт, что эта товарная продукция на 27,9% меньше.

Если это лучшее, что мы можем ожидать от IGCC с улавливанием углерода, то это сводит на нет все, что было сделано для повышения эффективности и чистоты выбросов угольной электростанции за последние пятьдесят лет. Более того, кто настаивает на том, чтобы мы отбирали весь углекислый газ из дымовых газов каждой тепловой электростанции, когда, по крайней мере, для мощности базовой нагрузки существует проверенная система генерации с сорокалетним опытом эксплуатации и не выбросы любого рода.

Другая проблема, связанная с улавливанием углерода, заключается в том, что мы делаем с восстановленным газом, и какое влияние это окажет на расположение электростанции. Если газ можно будет отправить на нефтяное месторождение, которое будет использоваться для улучшенной добычи, будет добыто больше нефти, и газ будет заблокирован на нефтяном месторождении, и поэтому он будет иметь рыночную стоимость. Поэтому электростанция должна быть построена рядом с нефтяным месторождением. Если газ будет рассматриваться как ненужный продукт, как, несомненно, будет большая его часть, то куда мы его поместим и кто за это заплатит?

Соляные водоносные горизонты, которые встречаются во многих частях мира, являются одним из решений. Но есть ли достаточная емкость этих водоносных горизонтов для всего хранилища углекислого газа, который будет необходим. Может ли водоносный горизонт взять весь углекислый газ, произведенный большой угольной электростанцией, скажем, 20 миллионов тонн в год в течение всей его 40-летней жизни?

Это проблема с углем, который будет ухудшаться со временем. Если некоторые правительства не хотят захватить ядерную крапивицу, тогда это должно быть углем. Зеленые в прошлом получали удовольствие, пытаясь доказать, что энергия, используемая для строительства атомной электростанции, больше, чем она будет генерировать в течение срока эксплуатации. Они не проводили аналогичные учения с угольной

электростанцией, но это может быть намного ближе к истине, учитывая расстояние от шахты до электростанции и затраты энергии на добычу полезных ископаемых, транспортировку угля на станцию и удаление и удаление золы.

Ультра-сверхкритическая установка мощностью 1000 МВт с КПД 46% будет сжигать примерно на 50% меньше угля, чем два IGCC с улавливанием углерода с КПД 32,5% при той же электрической мощности. Другими словами, два IGCC с улавливанием углерода будут производить ту же мощность, что и одна сверхкритическая паровая установка без нее.

Тогда электроэнергия, подаваемая на железную дорогу, доставляющую уголь из шахты, где бы он ни находился, также была бы примерно на 25% меньше для паровых установок, чем для двух IGCC. Таким образом, для каждых четырех поездов, доставляющих уголь на паровую установку, будет пять поездов, доставляющих в IGCC, что является еще одной энергетической нагрузкой, связанной с улавливанием углерода.

Затем, предполагая, что улавливание углерода работает, трубопроводы должны быть проложены к нефтяному месторождению или хранилищам вместе со скважинами для размещения газа и оборудованием для сжатия газа и управления потоком.

Кроме того, если улавливание углерода становится жестким условием эксплуатации, газопровод должен быть доступен, когда завод вводится в эксплуатацию. Если на компрессорах произошел какой-либо сбой, и поток газа был бы уменьшен или вообще остановлен, то будет ли разрешена работа электростанции?

Существующие электростанции, которые не будут улавливать углерод, поставляют всю энергию для производства стали и изготовления трубопроводов. Добавьте это к энергии, используемой при строительстве пяти IGCC, которые представляют собой группу химических предприятий, по одному для каждой газовой турбины в комбинированном цикле, который они обслуживают.

Но есть и другие недостатки: установка IGCC мощностью около 550 МВт с улавливанием углерода и эффективностью около 32,5% имеет производительность, аналогичную производительности угольных электростанций, построенных в 1950-х годах. В них были паровые циклы подогрева докритического давления и мешочные камеры или электростатические осадители для сбора пыли, выделяемой дымовыми газами, которые были единственными экологическими мерами в то время.

Тогда возникли опасения по поводу эффективности выработки электроэнергии, которая в Соединенных Штатах была решена путем добавления одной или другой газовой турбины того времени с котлом-утилизатором, заменив нагреватели питающей воды, которые обычно питались отводом от паровой турбины. С отключенными сливами турбина может генерировать больше электричества, к которому будет добавлена мощность газовой турбины.

Давайте посмотрим в будущее, когда улавливание углерода будет

интегрировано в IGCC, а производительность и затраты известны, что может быть не раньше, чем к 2020 году. К этому времени газовые турбины класса H также будут испытаны в оказании услуг. Таким образом, у генерирующей компании есть выбор: комбинированный цикл сжигания природного газа мощностью 530 МВт с эффективностью 60%; или работающий на водороде комбинированный цикл мощностью 530 МВт на задней стороне газогенератора с эффективностью 32,5%, но с уменьшением выбросов диоксида углерода на 90% и повышением себестоимости на 50%.

Важной проблемой здесь является товарная выработка электроэнергии, потому что именно так генератор будет зарабатывать деньги, чтобы платить за установку. В конкурентной среде торгового предприятия генерирующая компания, несомненно, пойдет на комбинированный цикл с почти удвоенной эффективностью и менее чем половиной уровнем выбросов. Стоимость является одним из факторов; стоимость строительства, которая определяется в любой момент времени; и стоимость топлива, которая в последнее время широко варьировалась вверх и вниз.

Все угольные электростанции считаются кандидатами на улавливание углерода в будущем, будь то при обработке топлива, как в случае с IGCC, или после сжигания из дымовых газов, как при работе на угольной паровой установке. Но пока еще не было продемонстрировано полномасштабной системы с силовой установкой, и сдерживающим фактором, безусловно, являются стоимость установки и меньшая производительность.

Таким образом, угольные электростанции будущего с каждой дополнительной экологической мерой становятся все менее эффективными и больше похожи на химические заводы с побочным продуктом производства электроэнергии. Это действительно то, что хотят быть генераторы электричества? Не было бы таких соображений с комбинированным циклом, работающим на газе, хотя цена на газ, как уже произошло, будет определять, будет ли установка работать при базовой нагрузке или только в пиковое время, или будет остановлена и законсервирована до тех пор, пока цена падает.

Таким образом, выбор того, что строить, явно в пользу комбинированного цикла, не только из-за его высокой эффективности, но также из-за его низкого воздействия на окружающую среду и того факта, что он может быть запущен через два года с даты получения согласия на строить.

Тогда ситуация сегодня такова, что мы можем генерировать газ из угля и сжигать его в газовой турбине. Но мы не можем удалить углекислый газ, чтобы превратить его в водород. Мы знаем, как это сделать, но еще никто не пытался применить систему к схеме IGCC в непрерывном режиме.

Является ли уголь надежным вариантом для будущего или его вообще следует исключить из производства электроэнергии? С таким большим количеством электроэнергии, вырабатываемой углем в мире, это может быть нелегко, но в Европе и Соединенных Штатах имеются большие запасы старых мощностей, работающих на угле, большинство из которых все еще работает.

Это будет означать, что, поскольку существующие угольные электростанции будут закрыты и снесены, их следует заменить газовыми и ядерными установками. Но страны с самой длинной историей сжигания угля в Европе и Северной Америке изначально смогут закрыть наибольшее количество заводов. Там, где были построены новые заводы для замены старых угольных установок, это были в основном комбинированные циклы.

Неужели может быть случай для удаления углекислого газа из топлива или дымовых газов, когда будет огромное увеличение вспомогательной энергии, используемой для настройки системы? Если необходимо проложить трубу от завода на побережье Северного моря в Великобритании, чтобы вывести углекислый газ на нефтяное месторождение, то мы смотрим на стальную трубу, возможно, диаметром 2 метра и длиной 400 км, которая должна быть изготовлены и установлены вместе с компрессорами, необходимыми для направления потока газа на платформу.

Можно определить количество углекислого газа, который будет производиться и впрыскиваться в течение 40 лет эксплуатации электростанции. Но каков будет валовой национальный объем производства углекислого газа из всех связанных с ним источников? Требуется энергия для добычи угля и его транспортировки на электростанцию, а также известняка для системы FGD. Затем есть зола и продукты серы, которые должны быть доставлены конечным пользователям.

Эти большие нагрузки, поддерживающие энергию, неотделимы от энергии угля, что не относится ко всем другим энергетическим системам.

Это может быть чистый уголь с низким уровнем выбросов, но как упражнение в энергосбережении это катастрофа. Только удаление угля из производства электроэнергии приведет к снижению потребления энергии и выбросов парниковых газов в целом.

Одной из мер, которая приведет к закрытию большого количества работающих на угле мощностей в Европе в 2015 году, является Директива Европейского союза по крупным установкам для сжигания (LCPD). Это направлено на снижение подкисления дождя, приземного озона и твердых частиц за счет контроля выбросов серы и оксидов азота и пыли от крупных установок для сжигания. Он распространяется на все электрические предприятия в 27 странах и классифицирует их электростанции, работающие на угле и нефти, в зависимости от того, когда они были построены.

Все заводы, построенные после 1987 года, должны соответствовать Директиве, чтобы оставаться в эксплуатации после 2015 года. Многие из них будут снабжаться новыми системами FGD и другими экологическими мерами. Заводы, построенные до 1987 года, если к концу 2007 года они не были приведены в соответствие со стандартом, что означало, в основном, установку FGD, должны были отказаться от Директивы, но могут продолжать ограниченную эксплуатацию, около 2500 ч / год, до 2015 года, когда они должны быть выключены. Исходя из этого, и учитывая, что единственными оставшимися в Европе электростанциями, работающими на угле, будут те, которые были построены в период с 1987 по 2015 год,

некоторые электростанции еще могут работать в 2050 году.

Для существующей паровой электростанции, работающей на угле, улавливание углерода после сгорания является единственным практическим решением для сокращения выбросов, но оно все еще находится на ранних стадиях развития. С февраля 2008 года в США система проходит испытания на угольной электростанции в Висконсине. Это забирает поток с одного из дымоходов, эквивалентный 20 МВт генерации. В Европе аналогичные испытания запланированы для некоторых станций, которые отказались от LCPD. Эти станции могут служить в качестве исследовательских установок до тех пор, пока они не будут закрыты, чтобы определить, насколько успешным является улавливание углерода после сгорания и можно ли его применить к новой сверхкритической паровой установке.

Лишь 20 лет назад Соединенное Королевство получало 80% электроэнергии из угля. Правительственная энергетическая политика, объявленная в январе 2008 года, делает акцент на новой ядерной энергетике из-за необходимости замены такого большого количества генерирующих мощностей после 2015 года, в то же время достигая 80% сокращения выбросов парниковых газов к 2050 году.

Из угольных электростанций последним будет построен Drax, построенный в 1985 году, который обеспечивает приблизительно 7% поставок электроэнергии в Великобритании. Принадлежащая и эксплуатируемая Drax Power Ltd, станция была построена в два этапа, три комплекта были завершены в 1976 году, и еще три были добавлены в 1985 году. Все они были впоследствии оснащены системами FGD, которые при полной нагрузке могут удалять 280 000 т / год диоксида серы, что составляет в процессе производства гипса, который продается британскому гипсу для изготовления гипсокартона.



4.6: Вресова, Республика Чехия: газификатор производит чистое транспортное топливо без серы. Реальное ли будущее газификации угля? (Фото предоставлено Siemens)

В настоящее время Drax Power реализует две программы, которые

позволят снизить выбросы углекислого газа примерно на 3 млн. т / год. Все шесть турбин проходят модернизацию на всех ступенях, что добавит эквивалент другого комплекта и повысит эффективность до 40%. Это сократит выбросы углекислого газа примерно на 1 млн. т / год, а остальные 2 млн. т / год будут поглощены совместным сжиганием с твердой биомассой.

В мае 2008 года компания заключила контракт с Alstom на завод по переработке биомассы. Он будет получать 1,5 млн. т / год различной биомассы и обрабатывать ее для непосредственного впрыска в котлы электростанции. Типичная биомасса - это опилки и щепа с лесопильных заводов, копченая ива и коммерчески выращенный мискантус. Биомасса может обеспечить 10% топлива и иметь возможность генерировать около 66 МВт от общей выработки каждого комплекта, в общей сложности 400 МВт, на которую они будут получать плату за возобновляемую энергию, которая может быть установлена в зависимости от стоимости их угля.

Драх - не единственное растение, которое сжигает биомассу. Это был первый британский завод, на котором была установлена ФГД, и она была включена в LCPD. Это была последняя электростанция, работающая на угле, которая будет построена в Великобритании, и, возможно, будет закрыта последней, что делает акцент на сокращение выбросов углекислого газа. Они больше ничего не могут сделать, поскольку не существует проверенной системы улавливания и поглощения углерода.



4.7: Дракс, Великобритания. Эта электростанция на 4000 МВт, работающая на угле, в 2009 году будет совместно использовать 10% твердую биомассу наряду с модернизацией турбины для сокращения выбросов парниковых газов

Несколько станций мощностью 2000 МВт также совместно используют

до 5% биомассы, особенно те станции, которые отказались от LCPD и которые должны закрыться в конце 2015 года. Из двенадцати станций мощностью 2000 МВт, построенных с 1965 года, пять добавили ОГФ но так как сейчас им уже более 40 лет, вероятно, они должны были работать до тех пор, пока не будут построены новые заводы. Один из них, работающий на нефти на заводе в Пемброке, Южный Уэльс, относится к числу уже разрушенных. EdF Energy планирует закрыть свои два завода в Коттаме и Западном Бертоне к 2020 году.

Еще 3200 МВт уже снесены в Хай-Мархеме, Уэст-Турроке и Дрейклоу. Комбинированный цикл должен быть построен в Пемброке (5 x

400 МВт) и Дрейклоу (4 x 400 МВт). Третья бывшая угольная электростанция, которая была запланирована для комбинированного цикла более десяти лет назад, находится в Стейторпе, в нескольких километрах к северу от Ньюарка на Тренте. Новый завод имеет четыре одновальных блока мощностью 400 МВт.

Кингснорт на острове Зерно предназначен для угольной сверхсверхкритической паровой электростанции мощностью 1600 МВт, чтобы заменить существующую там угольную станцию мощностью 2000 МВт, которая должна быть закрыта в 2015 году. План подвергся резкой критике со стороны Зеленого лобби, которое маркирует его, как грязная угольная энергия заменяет грязную угольную энергию.

В апреле 2009 года британское правительство объявило о планах строительства пяти крупных электростанций, работающих на угле, которые будут построены только в том случае, если разработчики смогут включить проверенную систему CCS или разрешить ее установку в будущем.

Окончательное решение относительно того, что будет построено, остается за правительствами, они приняли принцип LCPD, но все правительства Европейского союза должны предстать перед всеобщими выборами до 2015 года, и маловероятно, что к настоящему времени все нынешние партии будут у власти. Энергия, как правило, не является проблемой, чтобы выиграть или проиграть выборы. Но, как показано в Германии десять лет назад, степень зеленой поддержки в правительстве может оказать глубокое влияние на будущую энергетическую политику.

Одна страна уже прописала прекращение использования угля в целях общественного здравоохранения. В Канаде, в провинции Онтарио, энергетический план правительства провинции на июль 2005 года объявил о закрытии шести угольных электростанций в провинции и замене их двумя атомными станциями и несколькими комбинированными циклами для средней нагрузки и пиковых нагрузок. Уже два завода, Hearne и Lakeview, в Торонто были снесены, и на площадке Hearne был построен комбинированный цикл мощностью 550 МВт.

Это первый пример полного удаления угля из энергосистемы, хотя есть некоторые сомнения относительно того, когда закрытия будут завершены, поскольку ядерные объекты еще не завершены, и необходимо построить комбинированные циклы, а некоторые из более старых

гидроэлектростанций растения модернизированы. Шесть заводов были широко распространены вместе с двумя крупнейшими, Lambton, около Сарнии, и Nanticoke на Лак-Эри, построенными в конце 1960-х годов во время диверсификации провинции от полностью гидросистемы до смешанной гидро, ядерной и угольной системы. даже если это означало привезение угля по железной дороге из Новой Шотландии или ввоз его через озеро Эри.

В других местах в Канаде, в основном в Альберте и Саскачеване, угольные электростанции, как и в Великобритании, будут утверждены только в том случае, если они могут включать положения об УХУ.

Принимая во внимание то, что с тех пор стало известно из исследований, проведенных Министерством энергетики США и другими, возможно, не удастся снизить стоимость процесса и его интеграцию с электростанцией, но тогда увеличивается не только вспомогательная нагрузка. самой электростанции, но все дополнительные энергетические нагрузки приносят больше угля на менее эффективную электростанцию и отправляют отделенный газ на отдаленное нефтяное месторождение.

Таким образом, вопрос, который мы должны задать, заключается в том, почему так много усилий делается для того, чтобы сделать электростанцию, работающую на угле, чистой и свободной от выбросов с помощью системы, которая снизит эффективность и существенно увеличит цену на электроэнергию, и, что более важно, значительно увеличит энергетические нагрузки на вспомогательные услуги и строительство?

Новая электростанция с улавливанием углерода и всеми другими экологическими мерами может быть безнадежно неэкономичной. Построить его сейчас, предусматривающий последующую установку улавливания углерода, в лучшем случае сомнительно, поскольку мы не знаем, какую систему можно использовать и насколько она будет эффективной и сколько пар нужно будет извлечь из турбины.

Посмотрите на другой случай. Угольная электростанция мощностью 2000 МВт, построенная в 1970 году, оснащена ДДГ, чтобы она могла продолжать работу после 2015 года, когда она будет работать в течение 45 лет с КПД 35%. Продажи гипса помогли бы быстро окупить систему FGD, но затраты на техническое обслуживание будут неуклонно расти, и завершение строительства АЭС мощностью 1600 МВт в 2017 году может стать сигналом для ее закрытия.

Так что уголь постепенно проигрывает битву. Существуют исследовательские проекты по разработке и применению улавливания углерода, но если базовые характеристики с точки зрения надежности и эффективности не могут быть улучшены при гораздо меньших затратах, чем в настоящее время, у них нет реального будущего. Во-вторых, большая часть угольных мощностей в мире устарела и имеет низкую эффективность и должна быть заменена задолго до того, как будет разработана жизнеспособная крупномасштабная схема улавливания углерода.

В таком случае ответ должен заключаться в том, чтобы вывести уголь из производства электроэнергии во всем мире, начиная с Европы и Северной

Америки, где наблюдается наибольшая концентрация старых и неэффективных угольных генерирующих мощностей. Если мы вернемся на сорок лет назад к тому времени, когда существовала реальная обеспокоенность общественности по поводу загрязнения окружающей среды и велась работа по повышению эффективности и сокращению выбросов оксидов серы и азота, это было также время, когда создавались атомные электростанции с нет выбросов, а комбинированный цикл с высокой эффективностью и гораздо большей эксплуатационной гибкостью.

Многие угольные электростанции, построенные в то время, все еще работают, и хотя в Европе некоторые из них должны быть закрыты к 2015 году, оставшиеся, вероятно, будут сохранены для обеспечения надежного электроснабжения до тех пор, пока новые, более экологически чистые мощности не смогут быть установленным. Потому что почему еще кто-то мог бы приспособить ФГД к тридцатилетней угольной электростанции?

Ни одно другое правительство не последовало за Онтарио, призывая полностью исключить уголь из производства электроэнергии. Но тогда в Онтарио нет угольных шахт со всем, что влечет за собой закрытие отрасли. Онтарио перенес закрытие угольных месторождений на пять лет назад к 2015 году, но призывает сократить выбросы углекислого газа до двух третей за оставшееся время. Ограниченные часы работы и некоторое совместное сжигание биомассы помогут достичь этого, но ясно, что четыре угольных электростанции должны будут продолжать работать до тех пор, пока новая атомная или газовая установка не сможет заменить их.

В январе 2009 года компания «Прогресс Энерджи» из Роли, Северная Каролина, заключила контракт с Westinghouse и Shaw Group на новую атомную станцию в округе Леви, штат Флорида, которая будет иметь два усовершенствованных водяных реактора на 1105 МВт.

Они будут стоить 7,6 млрд. Долл. США, и их планируется ввести в эксплуатацию в период с 2016 по 2018 годы. После завершения работы компания намерена закрыть 866 МВт работающей на угле мощности на своем участке Crystal River.

Ни одна другая страна или экономический регион не ввели в действие европейскую LCPD эквивалентную меру, которая направлена не только на уголь, но скорее на старые технологии в большой тесно интегрированной энергосистеме. Это мера, направленная на более экологически чистые технологии с более высокой эффективностью, меньшими выбросами и меньшим воздействием на окружающую среду и меньшим воздействием на здоровье населения.

Улавливание и хранение углерода является признанной технологией в нефтяной промышленности для повышения нефтеотдачи и очистки, но с меньшими объемами газа. Эксперименты по выработке электроэнергии только начались, и все они пока основаны на использовании промахов, дающих не более миллиона тонн в год углекислого газа. Мы не увидим большого использования улавливания углерода до 2020 года

Становится все труднее получить согласие на новые угольные

электростанции в Соединенных Штатах и некоторых частях Европы. Все это связано с неопределенностью в отношении улавливания углерода. Если речь идет о том, что является наилучшей доступной технологией контроля для сокращения выбросов углекислого газа, то это сверхкритический пар с более высокой эффективностью.

Зеленое лобби по-прежнему борется за глобальное потепление и «спасение планеты», но действительно ли это еще один фронт их традиционной антиядерной позиции, посвященной возобновляемым источникам энергии. Мы не можем воспринимать их всерьез, если, с одной стороны, они утверждают, что мы сокращаем потребление энергии, но затем, исходя из их собственных иррациональных опасений относительно альтернативы, выступаем за концепцию производства чистой энергии, которая создаст гораздо больше энергетических нагрузок из-за ее снизить эффективность и повысить цены на электроэнергию, тем самым увеличив инфляцию.

Если мы посмотрим на некоторые развитые промышленные страны Дальнего Востока, которые импортируют около 80% своих энергоресурсов, они ближе к цели вывести уголь из производства электроэнергии. Япония и Корея, в частности, нацелены на 60% атомного энергоснабжения, и в последние годы почти все другие новые электростанции работали на комбинированном цикле, работающем на газе, причем некоторые из корейских электростанций были спроектированы как комбинированные теплоэнергетические системы для центрального отопления в новые городские разработки.

Поэтому неизбежный вывод заключается в том, что уголь должен быть прощан как топливо для выработки электроэнергии. Он понадобится нам для производства экологически чистого топлива и других химикатов, когда нефть станет слишком дорогой и начнет просачиваться. Тогда ядерная энергия и тепло потребуются для обеспечения энергии процесса.

Возрождение ядерной энергии

Ядерная энергия является наименее понятной для широкой общественности, наиболее сложной для реализации, наиболее эмоционально противной и, тем не менее, потенциально самой выгодной из всех энергетических систем. Он работает без каких-либо выбросов парниковых газов и может производить больше топлива, чем потребляет. Понимание роли атомов как источника энергии датируется декабрем 1942 года, когда чикагская куча Энрико Ферми впервые продемонстрировала контролируруемую цепную реакцию.

Шестьдесят семь лет спустя мы пережили период экономического саботажа Зеленых, и нет другого способа описать его, когда развитие ядерной энергетики было практически остановлено в Северной Америке и Европе, где Зеленое движение и его анти-технологии позерство завладело. По крайней мере пять реакторов в Европе были закрыты по явно политическим причинам.

Но сейчас начинается возрождение, и не только в строительстве новых версий существующих реакторов с водяным охлаждением, причем первые два в Европе строятся с момента завершения последнего блока Temelin 2 в Чешской Республике, в 2003 году. В Соединенных Штатах строится одна единица, вторая для площадки «Уоттс-бар» администрации Теннесси-Вэлли, где первая единица была введена в эксплуатацию в стране в 1996 году.

На другом конце света сцена заметно отличается. Четыре экономические державы региона, Китай, Япония, Корея и Тайвань, продолжают развивать ядерную энергетику по определенным причинам. Китаю необходимо обеспечить быстрый экономический рост и бороться с серьезным загрязнением воздуха. Он имеет 11 действующих реакторов общей мощностью 8587 МВт и еще 21 в стадии строительства, что добавит еще 22 000 МВт к 2015 году.

Япония, Корея и Тайвань имеют мало местных энергетических ресурсов и импортируют почти все свое топливо. Япония, несмотря на травмирующее внедрение ядерной энергии в августе 1945 года, купила 160-мегаваттный реактор Magnox из Великобритании, который вступил в строй в 1966 году и работал в течение 32 лет.



5.1: Лин Ао, Китай: первые два из четырех 1000 МВт PWR поставлены Areva и завершены в 2004 году. Еще два блока находятся в стадии строительства. (Фото предоставлено АЭС Areva)

В настоящее время у них 55 действующих реакторов, вырабатывающих 47580 МВт, а еще девять находятся в стадии строительства, что к концу 2017 года добавит 12 262 МВт, и тогда на атомные электростанции будет приходиться 40% национального энергоснабжения.

В настоящее время в Корее насчитывается двадцать действующих реакторов общей мощностью 17 533 МВт, а девять находятся в стадии строительства, чтобы добавить к концу 2016 года 9400 МВт. В долгосрочной перспективе правительство намерено обеспечить 60% поставок электроэнергии из ядерной энергии к 2035 году.

Тайвань с шестью действующими реакторами и еще двумя строящимися имеет 4884 МВт действующей станции, на которую приходится 19,3% мощности Taiwan Power, но обеспечивающей 25% национального энергоснабжения из-за более низких эксплуатационных расходов. Завершение строительства завода Lungmen на северо-восточном побережье с двумя новыми реакторами GE Advanced Boiling Water добавит еще 1300 МВт каждый в 2009 и 2010 годах.

Эти экономические державы Дальнего Востока с их экспортом автомобилей, фотоаппаратов, телевизоров, компьютеров и других электронных товаров по всему миру и, за исключением Китая, практически полностью зависящего от импорта топлива, полностью приняли ядерную энергетику в резкий контраст с отношением в страны Европейского союза и Северной Америки, которые изобрели эту технологию, и некоторые из них по-прежнему открыто враждебны ей.



5.2: Библис, Германия: General Electron в 2009 году может решить, будут ли эти и два других реактора закрыты по политическим причинам. (Фото Кортси RWE Energie)

Несколько правительств уже увидели свет и планируют установить свои первые атомные электростанции в течение более двадцати лет. Между тем, благодаря нескольким экспортным заказам на Дальний Восток и сервисному обслуживанию на существующих заводах, отрасль тихо проектирует новые реакторы, которые проще построить и имеют более высокую производительность. Одиннадцать из них были заказаны, в том числе шесть для трех площадок в Китае, а три уже работают в Японии.

Чтобы понять, как ядерная энергия после уверенного начала в конце 1950-х годов сводилась к тому, что в течение пятнадцати лет после 1990 года в Европе работало только пять реакторов, а в Соединенных Штатах - два, а многие европейские правительства открыто принимали Антиядерная энергетическая политика, мы должны оглянуться на истоки технологии более 60 лет назад.

Демонстрация Ферми произошла в то время, когда Соединенные Штаты почти два года воевали на двух фронтах. В Европе было достаточно знаний о ядерной физике, чтобы провести британский диверсионный налет на оккупированную Германией Норвегию, чтобы уничтожить завод тяжелой воды в Телемарке, чтобы немцы сами не были на пути к созданию первой атомной бомбы.

Между тем, в июле 1945 года демонстрация первого атомного взрыва в Аламагордо, штат Нью-Мексико, сама по себе была настолько ужасающим и впечатляющим событием, что последующие бомбардировки Хиросимы и Нагасаки были видны всем в ином свете. Ничего подобного в его разрушительном действии не было замечено прежде, даже «обычные» огневые

бомбардировки Дрездена, Германия, в феврале 1945 года, и, к счастью, с тех пор не повторялось.

С тех пор ни одно ядерное оружие не использовалось, но угроза его эффективного применения сохраняла мир в Европе более 60 лет.

Ядерные бомбы, возможно, внезапно закончили Вторую мировую войну, но бомбардировки также создали возможность для изучения среди выживших, многие из которых были еще живы в 2000 году, долговременного воздействия радиации на организм человека. Ядерное оружие больше никогда не будет использовано, но объединение ядерной энергетики, для которой топливо было тем же материалом, который использовался в бомбах, все еще находится в сознании самых непреклонных противников этой технологии.

Именно на основе этих знаний в ядерной промышленности сформировалась культура безопасности и забота о здоровье своих работников, не имеющая аналогов в любой другой отрасли. Вероятно, верно, что больше людей умерло от рака после всей жизни работы в глубокой угольной шахте, чем после аналогичного времени работы на атомной электростанции или в любой из ее вспомогательных служб.

Кроме того, из-за радиоактивности, в частности, отработавшего топлива, операторы ядерных установок несут ответственность за безопасное захоронение всех своих отходов. Ни одному другому генератору электроэнергии не предъявлялось такое требование, пока зеленые не придумали улавливание и поглощение углерода на угольных электростанциях для борьбы с глобальным потеплением.

В основном было разработано четыре различных типа реакторов для выработки электроэнергии, но метод работы является общим для всех. Топливные стержни, которые могут быть из природного или обогащенного урана, в зависимости от типа реактора, собраны в пучки и помещены в резервуар с замедлителем для контроля скорости реакции и с охлаждающей жидкостью, проходящей через топливные пучки для удаления обогреть внешний парогенератор.

Вода является одновременно замедлителем и теплоносителем в водоохлаждаемых реакторах. Тяжелая вода является одновременно замедлителем и первичным теплоносителем для реакторов с тяжелой водой, а графит является замедлителем с углекислым газом или гелием в реакторах с газовым охлаждением. Российский реактор РБМК имеет графитовый замедлитель и водяное охлаждение.

Хотя ядерная реакция является не процессом сгорания, а атомной реакцией в твердом состоянии, промышленность приняла аналогию сгорания, ссылаясь на скорость потребления топлива в качестве скорости выгорания.

Контрольные стержни, содержащие бор в качестве поглотителя нейтронов, используются для контроля скорости реакции. Когда все стержни в активной зоне реактора останавливаются, и когда они отводятся, реакция возрастает до полного теплового режима, когда тепло, выделяемое в реакторе, и тепло, отводимое в виде пара, находятся в равновесии.

Урановый топливный цикл основан на изотопе U^{235} , который

естественным образом встречается в урановой руде в количестве около 1%. Для ядерного реактора этот изотоп должен быть сконцентрирован, по крайней мере, примерно до 3,5%, хотя в оригинальном реакторе CANDU, разработанном Candian, и в британском реакторе с газовым охлаждением Magnox используется природный уран. Разрабатываемый в Южной Африке новый модульный реактор с псевдоожиженным слоем (PBMR) будет обогащен до 10%. что способствует его более высокой эффективности и тому факту, что топливная галька может оставаться в реакторе до шести лет.

Обогащение начинается с превращения оксида урана в гексафторид урана, который является газом выше 57 ° C, что делает его идеально подходящим для процесса обогащения. Исходный процесс диффузии был высокоэнергетичным, учитывая, что разница в атомном весе двух изотопов урана составляет около 1,3%. К 1970 году центрифуга оказалась более эффективной и потребляющей меньше энергии. Также использовалось большое количество высокоскоростных центрифуг, соединенных последовательно.

Это базовая подготовка топлива: обогащенный уран, превращенный в оксид урана, превращается в топливные элементы, а обедненный уран, очищенный от радиоактивного изотопа, доступен для следующего этапа топливного цикла, или его свойства могут быть использованы для промышленного использования.

В реакторе атомы U235 теряют нейтроны и распадаются на изотопы других элементов, составляющих менее половины атомного веса урана, и энергия, удерживающая их вместе, выделяется в виде тепла. Более быстрые нейтроны также сталкиваются с U238, составляющим 97% топливного элемента для производства плутония. Это один из ряда трансурановых элементов над ураном в периодической таблице, который также является делящимся, так что некоторые его атомы аналогичным образом распадаются и увеличивают выход тепла. Реакторы с небогащенным природным ураном производят меньше продуктов деления и больше плутония.

В конце концов, после примерно года в реакторе некоторые из исходных топливных элементов «сгорели» и должны быть удалены. Поскольку сердечник имеет круглое поперечное сечение, реакция в центре сильнее, чем на наружном диаметре, поэтому не все топливные элементы сгорают с одинаковой скоростью. Около трети вывозится каждый год и заменяется новыми элементами. То, что остается, перетасовывается на новые основные позиции, чтобы улучшить скорость выгорания.

Отработавшие тепловыделяющие элементы состоят в основном из неперевращенного U238, но с некоторым количеством плутония (Pu241) и продуктов деления, главным образом стронция (Sr90), цезия (Cs136) и йода (I131). Все это радиоактивные изотопы с периодом полураспада от нескольких дней в случае I131 до примерно 24000 лет в случае Pu241.

а является переработка отработавшего топлива из реактора. Это основная химия, которая отделяет уран и плутоний от продуктов деления. Фактические ядерные отходы - это продукты деления, которые, поскольку они получены в

результате 3,5% обогащения исходных топливных элементов, не могут превышать 35 кг на каждую тонну топлива. Реактор с водой под давлением 1000 МВт будет содержать около 100 т топлива, около трети которого меняется каждый год. Таким образом, потенциально каждый год на переработку направляется 33 тонны отработанного топлива, из которых около 990 кг - это радиоактивные отходы с высоким уровнем активности, которые в общей сложности составляют около 60 тонн в течение 60-летнего срока службы реактора.

Для завершения топливного цикла плутоний и уран в качестве их оксидов могут быть превращены в топливные элементы и возвращены в реактор. Это можно сделать двумя способами. Сначала оксид плутония можно смешать с оксидом обогащенного урана, чтобы получить смешанное оксидное топливо для того же реактора. Изотопы урана и плутония будут расщепляться и создавать больше плутония, который можно снова отделить от этого заряда отработавшего топлива, чтобы смешать с большим количеством оксида урана для другого заряда топлива.

Этот метод используется в настоящее время в ряде стран. Рециркуляция таким образом расширяет исходный ресурс урана, так что используется больше его, и на практике топливо может быть переработано несколько раз, пока все из него не будет преобразовано в плутоний, и максимальное количество энергии, полученное от его деления. Многие реакторы в Европе и на Дальнем Востоке работают на смешанном оксидном топливе, но только в Японии государственная энергетическая политика предусматривает переработку отработавшего топлива, а извлеченный плутоний используется в смешанном оксидном топливе для существующих реакторов.

На сегодняшний день все ядерные энергетические реакторы используют урановый топливный цикл, но это не единственный возможный вариант. Торий является более стабильным элементом, чем уран, и его количество значительно выше. В юго-восточной Индии есть особенно крупные месторождения.

Торий не является естественным радиоактивным веществом, но может поглощать нейтроны для образования другого изотопа урана, U233, который также является делящимся. Следовательно, ториевое топливо будет представлять собой сборку смешанного оксида с оксидом плутония для производства нейтронов, запускающих реакцию.

Новый усовершенствованный реактор CANDU ACR 1000 предназначен для работы с топливным циклом тория, как и производные реакторы CANDU, производимые в Индии. Первоначальная цель коммерческого проекта немецкого реактора с галькой около тридцати лет назад заключалась в использовании ториевого топливного цикла. Версии, которые в настоящее время разрабатываются в Южной Африке и Китае, первоначально используют урановое топливо, но могут перейти на Thorium в более поздних версиях.

В России цель состоит в том, чтобы использовать ториевое топливо, засеянное плутонием, в ВВЭР-1000, PWR, на котором они расширяют свою

ядерно-энергетическую программу. Плутонийное семя для этого топлива является восстановленным оружейным материалом.

Другой способ - перейти к плутониевому топливному циклу с быстрым реактором-размножителем. Это реактор с более высокой удельной мощностью, в котором ядро из плутония окружено слоем природного или обедненного урана. Поскольку ядро плутония горит, быстрые нейтроны вызывают образование большого количества урана в одеяле. Отработанные материалы сердечника и одеяла перерабатываются и добавляются новые материалы для получения свежего сердечника и одеяла. Из трех промышленных реакторов на быстрых нейтронах в Великобритании, Франции и России только российская установка мощностью 600 МВт в Белоярске по-прежнему работает через 28 лет.

Это основные процессы ядерного топливного цикла, из которых видно, что фактически одновременно расходуется только небольшая часть заряда топлива. Реакция производит плутоний, который также способствует выходу и который эффективно использует больше энергетического потенциала исходного заряда топлива.

Если, однако, переработка не проводится, то отработавшее топливо должно быть включено в радиоактивные отходы с высоким уровнем активности, и оно должно составить более 22 000 тонн в течение 60-летнего срока службы реактора. С парком из 100 реакторов, работающих на однократном топливном цикле, будет более двух миллионов тонн высокоактивных отходов, обладающих значительным энергетическим потенциалом, которые будут подготовлены к хранению и размещены в глубоком подземном хранилище, где он будет недоступен для всех время.

Если бы ядерные технологии не развивались на фоне Второй мировой войны, сегодня ситуация могла бы быть совсем другой. Реактор с газовым охлаждением мог бы быть доминирующим типом, а не проектами с водяным охлаждением, которые были рождены в результате конкуренции за разработку электростанции для подводной лодки. Возможно, никогда не проводилась кампания за ядерное разоружение, чтобы раскрасить мнения. Технология теперь может быть более широко использована и более охотно принята широкой публикой. Но этого не должно было быть.

Сразу после Второй мировой войны годы стали рассматриваться как новый рассвет, когда Европа и Япония приступили к восстановлению. Организация Объединенных Наций заменила дискредитированную довоенную Лигу наций, и в то время как научное сообщество мучилось из-за американской монополии на новое оружие, сначала Советский Союз, затем Великобритания, а затем Франция и Китай разработали свою собственную атомную бомбу и в течение долгого времени эти пять были единственными странами, обладающими ядерным оружием.

В ноябре 1951 года президентом Соединенных Штатов был избран Дуайт Эйзенхауэр, бывший командующий в Европе союзными армиями в конце Второй мировой войны. Война в Европе закончилась в течение шести лет, и хотя другие страны продемонстрировали, что у них есть бомба,

Эйзенхауэр видел, что если бы ядерная энергия была управляемой, как на самом деле показала ее чикагская куча Ферми, то можно было бы построить ядерный реактор для производства пара для выработки электроэнергии. Это было мирное использование атомной энергии, которое должно было стать центральной политикой администрации Эйзенхауэра.

Договор о нераспространении ядерного оружия был разработан как средство обмена ядерно-энергетическими технологиями без поощрения распространения ядерного оружия. Те страны, которые подписались на него, обязались не создавать ядерное оружие взамен, за которое они могли бы делиться ядерно-энергетическими технологиями и извлекать выгоду из его использования. Первоначальные подписанты были в основном в Западной Европе и Японии, и все эти страны имели прочные экономические связи с Соединенными Штатами.

Это было время эксперимента, чтобы найти реакторную систему, которая лучше всего могла бы поставлять энергию для выработки электроэнергии и не имела каких-либо проблем, которые могли бы привести к нестабильности, которая могла бы разрушить реактор. Шведский реактор с тяжелой водой под давлением и британский парогенератор с тяжелой водой были жертвами этого процесса.

В основном появилось три типа: с газовым, водяным и тяжелым охлаждением. Из них это конструкции с водяным охлаждением, реактор с водой под давлением (PWR) и реактор с кипящей водой (BWR), которые стали доминировать на рынке и составляют большинство из 454 ядерных энергетических реакторов, которые были построены на сегодняшний день.

В то время, когда они были впервые разработаны, сильная экономическая мощь Соединенных Штатов, которая помогла послевоенному восстановлению Европы с помощью программы помощи Маршаллу, также укрепила экономические связи с теми компаниями, которые до войны были их лицензиатами; среди них Alstom во Франции, AEG в Германии и BTH в Великобритании. Естественно, что если какая-либо из этих компаний хотела приобрести ядерную технологию и была связана с американской компанией, которая занималась этим, они сначала посмотрели бы туда. Но хотя Westinghouse PWR и BWR, разработанные компанией GE, составляют большинство атомных электростанций, эксплуатируемых сегодня, некоторые из самых ранних конструкций были для газоохлаждаемых реакторов.

Первые коммерческие атомные электростанции были в Колдер-Холле в Великобритании с четырьмя реакторами с газовым охлаждением, которые были открыты королевой Елизаветой II в сентябре 1957 года; Шиппингпорт, штат Пенсильвания, в Соединенных Штатах, с первым PWR, последовавшим годом позже, а затем Огеста, в Швеции, который представлял собой небольшой тяжеловодный реактор, установленный в пещере в южных пригородах Стокгольма, для питания паровой турбины, соединенной с местным сетью централизованного теплоснабжения.

Когда эти первые атомные электростанции вступили в строй, была большая общественная эйфория в том факте, что они были успешно

построены и что, учитывая мощь атомной реакции, не могло быть потенциально неограниченным энергоснабжением, так что электричество можно было почти отдать.

Реальность была несколько иной. Хотя ранние растения работали хорошо без каких-либо проблем, они оказались не дешевым источником энергии, который люди представляли. Следует помнить, что к 1960 году самые крупные генераторы в европейской сети составляли около 200 МВт, а большинство было намного меньше.

Каждый из четырех реакторов в Колдер-Холле подавал пар в турбину мощностью 50 МВт, которая обеспечивала как мощность, так и технологический пар для соседней British Nuclear Fuels Ltd, Селлафилд, работает. В Швеции реактор Огеста был оценен в 10 МВт и поставлял 65 МДж / с в сеть централизованного теплоснабжения Фарста, пригород Стокгольма. Он был закрыт в 1974 году. Прототип PWR в Шиппингпорте был оценен в 68 МВт и работал в течение двадцати пяти лет.

Таким образом, ядерная энергия началась в Европе как совокупность тепла и энергии. Но больше не было построено атомных теплоэлектростанций, пока Gösgen Däniken, в Швейцарии, который вступил в строй в ноябре 1979 года, а затем по особой экологической причине. Площадка находилась в долине, и отвод технологического пара с турбины для подачи на соседний целлюлозно-бумажный комбинат уменьшит хвост конденсации и снизит риск возникновения градири в определенные периоды года.

Отдельно, в нынешней Словакии, в соседнем городе Трнава была построена отдельная сеть отопления от атомной электростанции Богуниче, которая была введена в эксплуатацию в 1987 году. Десять лет спустя сеть была расширена на два других города в этом районе.

На практике за пределами государств, обладающих ядерным оружием, только Швеция и Канада успешно разработали свои собственные реакторные системы, но во Франции и Германии были установлены небольшие реакторы PWR и BWR, из которых в их отраслях было разработано 1000 МВт и более блоков, которые были проданы по всему миру. Мир

Разработка газоохлаждаемых реакторов началась в Великобритании и Франции, но только в Великобритании была продолжена разработка усовершенствованных газоохлаждаемых реакторов, из которых было построено четырнадцать реакторов мощностью 660 МВт каждый с двумя реакторами на каждой из семи площадок. Эти и более ранние реакторы Magnox были охлаждены углекислым газом. Другие газоохлаждаемые реакторы имеют гелиевое охлаждение.

Один из британских реакторов Magnox был продан в Японию, а другой - в Италию, и Франция продала один из своих газоохлаждаемых реакторов в Испанию, но кроме них, никакие другие газоохлаждаемые реакторы не продавались за пределами стран, которые их разработали.

Канада разработала CANDU - природный уран, реактор с тяжелой водой и умеренным охлаждением с уникальной трубчатой структурой активной зоны, разделяющей два потока тяжелой воды, и с теплообменником тяжелой

воды / легкой воды, питающим паровую турбину. Системы CANDU были проданы в Индию, Пакистан, Аргентину, Корею, Китай и Румынию.

Первые атомные электростанции появились на месте в то время, когда происходило значительное развитие в производстве более крупных паровых турбин и генераторов и введении более высоких передающих напряжений. Первые высоковольтные соединения постоянного тока (HVDC) были проложены в Скандинавии и через Дуврский пролив между Францией и Англией.

Результатом этих разработок стало снижение затрат на производство и передачу электроэнергии за счет эффекта масштаба за счет известной технологии. Для управления коммунальными предприятиями внедрение ядерной энергетики является новой технологией с особыми требованиями в обучении, эксплуатации, техническом обслуживании, управлении топливом и безопасности, и оно должно иметь сильное конкурентное преимущество, прежде чем они его рассмотрят.

Пятьдесят лет спустя, когда цены на нефть и другие ископаемые виды топлива начали расти, высокая плотность энергии и относительно низкая стоимость уранового топлива привели к тому, что затраты на ядерную генерацию росли не так быстро, как на электростанциях, работающих на ископаемом топливе.

Американские конструкции реакторов с водяным охлаждением родились в результате конкурса на разработку атомной электростанции для подводной лодки. Помимо цели подводной лодки, тот факт, что ядерная реакция не является процессом сгорания, делает ее чрезвычайно подходящим источником энергии для лодки, так как это лишает ее необходимости всплывать на поверхность для перезарядки батарей и может оставаться под водой в течение нескольких недель при время.

Все четыре государства, обладающие ядерным оружием, разработали атомные подводные лодки, но Советский Союз также разработал атомный ледокол. В 1953 году было принято решение о создании парка атомных ледоколов для освоения северных прибрежных районов России и Сибири. Этот флот ледоколов будет держать арктические морские пути открытыми для снабжения научных и горнодобывающих сообществ. Первый атомный ледокол "Ленин" был построен на Адмиралтейской верфи в Санкт-Петербурге и введен в эксплуатацию в 1969 году.

В течение следующих тридцати лет было построено еще шесть ледоколов, каждый с двумя реакторами мощностью 30 МВт для обеспечения тяги и подачи электроэнергии. Два небольших судна, каждое с одним реактором, было построено на верфях Wartsila в Финляндии и поставлено в 1989 и 1990 годах.

Два самых старых ледокола, «Ленин» и «Сибирь», были выведены из эксплуатации, а запасное судно было введено в эксплуатацию в 2007 году.

Арктический флот является важным коммерческим звеном вдоль северного побережья. Ледоколы имеют крейсерскую вместимость от 6 до 8 месяцев, а реакторы заправляются каждые пять лет. На нынешнем флоте

имеется семь ледоколов и пять вспомогательных судов, включая «Севморпут», который, как говорят, является первым в мире контейнеровозом с ядерной энергетической установкой. Флот принадлежит подразделению Росатома и управляется Атомфлотом со своей базы в Мурманске.

Еще одна заявка на перевозку относилась к авианосцу, который снова позволяет ему дольше оставаться на дежурстве, поскольку все жидкое топливо, которое он перевозит, предназначено для его самолета. Реактор поставляет всю электроэнергию, тепло и энергию для судна.

Надводные корабли для генеральных грузов не были успешными. В 1962 году в Соединенных Штатах было запущено ядерное грузовое судно

«Саванна» в рамках программы «Атом для мира», но оно произошло в то время, когда разрабатывались значительно более крупные грузовые корабли на нефтяном топливе для перевозки контейнеров, а также супертанкеров для перевозки сыпучих грузов.

Саванна оказалась дорогим способом перевозки грузов, не в последнюю очередь из-за инженеров-ядерщиков, которых она должна была нести вместе с экипажем для эксплуатации реактора, и сильно зависела от федеральной субсидии, которую она получила как уникальный корабль. Тем не менее, он работал в течение семнадцати лет и был снят с производства в 1979 году. Полученные отработавшие тепловыделяющие сборки были позже отправлены во Францию для переработки и изготовления в смешанное оксидное топливо, которое было поставлено на один из реакторов Администрации долины Теннесси.

В 1968 году в Германии на верфи в Гамбурге было спущено на воду атомное грузовое судно Otto Hahn. На корабле находился небольшой реактор с водой под давлением, который имел тепловую мощность 38 МДж / с, приводя в движение паровую турбину мощностью 10 000 л.с. В течение следующих одиннадцати лет «Отто Хан» преодолел около 100 000 км на 120 грузоперевозках и исследовательских рейсах, но, как и в случае с американским судном, эксплуатационные расходы не могли быть покрыты только его коммерческими операциями.

Другие коммерческие суда не были построены, и ядерная энергия была ограничена производством электричества и технологическим теплом. Единственные атомные корабли в открытом море - это подводные лодки и авианосцы, а также российские ледоколы.

Конец 1960-х годов был временем дешевой энергии. Нефть составляла всего 3 доллара США за баррель, и даже с учетом налогов на добавленную стоимость бензин в Великобритании был эквивалентен 6 пенсов за литр, а внутренний тариф на электроэнергию составлял 0,5 пенсов за киловатт-час.

Еще одним фактором в уравнении были политические интересы правительств и их сторонников. В конце 1973 года в пятнадцати странах было запущено в эксплуатацию 98 реакторов и еще столько же строилось.

Война на Ближнем Востоке и вытекающий из нее нефтяной кризис привели к значительным изменениям в электроснабжении. Экологическая

озабоченность по поводу кислотных дождей начала изменять экономику угольной генерации. Появились первые комбинированные циклы, и находились в разработке более крупные газовые турбины мощностью от 90 до 150 МВт, работающие на синхронной скорости. Новые газовые месторождения вступали в коммерческую эксплуатацию по всему миру. Ядерная экономика была незначительной, но ее можно улучшить, перейдя во Францию на более крупные установки: сначала 900 МВт, затем 1200 МВт и, в конечном итоге, 1400 МВт.

Из всех генерирующих систем ядерная является единственной, в которой используется изготовленное топливо, и из-за радиоактивности отработавшего топлива промышленность по закону обязана хранить свои отходы в безопасной среде, недоступной для контакта с человеком. Это устанавливает цену на топливо и на саму электростанцию, когда она будет выведена из эксплуатации в будущем.

Атомная электростанция, которая будет введена в эксплуатацию в 2008 году, не будет закрыта до 2068 года, когда люди, которые ее заказали, построят и введут в эксплуатацию, а первый обслуживающий персонал станции будет практически полностью погибнет. Еще в 1973 году никто не мог с уверенностью сказать, каков будет срок эксплуатации атомной электростанции. Амортизация капитала была установлена на 25 лет, потому что это было то, что было сделано для других электростанций. В настоящее время многим атомным станциям предоставлено продление жизни до шестидесяти лет.

Также в 1973 году первые атомные станции не производили такого большого количества отработавшего топлива, что они не могли хранить его в прудах на электростанции. Если бы он хранился там в течение нескольких лет, многие из недолговечных продуктов деления прошли бы по крайней мере один период полураспада и, возможно, несколько, чтобы они были менее радиоактивными, когда дело доходит до переработки отработавшего топлива.

Радиоактивные отходы классифицируются как низкий, средний и высокий уровень и не все поступают с атомных электростанций. Значительное количество радиоактивных изотопов используется в рентгеновских отделениях больниц, и, конечно, существует военное оружие, которое со временем изнашивается из-за нехватки и должно быть утилизировано.

Весь этот материал потенциально является источником энергии. Сначала его необходимо переработать, чтобы отделить уран от плутония, из которого смешанное оксидное топливо помещается в реактор для выработки большего количества электроэнергии. Частично это делается с помощью военных запасов, выпущенных в результате переговоров об ограничении стратегических вооружений между Соединенными Штатами и Советским Союзом в конце 1980-х годов.

С таким большим стремлением к созданию чистой и все более экономичной энергетической системы, а также с тем, что поставки топлива простираются на сотни лет в будущее, как ядерная энергия попала в нынешнее состояние, где на большей части Европы она рассматривается как энергия

последней курорт и где правительства трех стран с большими запасами ядерной энергии планировали вывести ядерную энергию из производства электроэнергии. Мы должны оглянуться назад на нефтяной кризис 1973 года.

На протяжении более 20 лет велась активная кампания за ядерное разоружение, которая вселяла в его сторонников веру в то, что плутоний является материалом для бомб, и использование его в качестве топлива для энергетического реактора порождает проблемы и создает угрозу открытости. топливо, украденное террористами, чтобы сделать бомбу.

Зеленое движение, которое быстро росло в Северной Америке и начинало двигаться в Европу, началось как движение за защиту окружающей среды, но очень скоро осознано, что использование плутония в качестве реакторного топлива было слишком опасным; В конце концов, он имел период полураспада 24000 лет. Мы не хотели оставлять эти опасные растения рядом для будущих поколений.

Но на каждый килограмм плутония, который превращается в топливные стержни для ядерного реактора для выработки электроэнергии, есть на один килограмм меньше, чтобы соблазнить террористов, которые в любом случае добились гораздо большего успеха в Мадриде и Лондоне с помощью простой химии и использования легкодоступные материалы для повседневного использования

Первая большая проблема для ядерной энергетики возникла, когда Индия взорвала ядерное устройство в пустыне Раджастан в 1974 году. Несмотря на то, что многие страны присоединились к Договору о нераспространении ядерного оружия, возникли опасения, что некоторые страны будут использовать свои ядерные знания для сделать бомбу. Канада, поставив реактор CANDU мощностью 220 МВт в Индию, которая была введена в эксплуатацию в декабре 1973 года, немедленно прекратила всякое сотрудничество в ядерной области, включая поставку оборудования для второго строящегося завода.

В то время в Индии было большое количество инженеров-ядерщиков, и у нее уже было два реактора с кипящей водой мощностью 160 МВт в Тарапуре, штат Махараштра, которые были введены в эксплуатацию в октябре 1969 года. Страна была полна решимости перейти на ядерную энергетику и основывала свои будущие планы на Систему CANDU, которая на 220 МВт может быть размещена по всей стране ближе к нагрузкам, чем многие из угольных и гидроресурсов, и это также будет способствовать распространению электрификации сельских районов.

Несмотря на вывод Канады, Индия эксплуатирует два производных реактора BWR и семь производных CANDU общей мощностью 1720 МВт, и продолжает разработку версии реактора CANDU мощностью 500 МВт.

Тридцать пять лет прошло, и Индия подписала соглашения о сотрудничестве в ядерной области с Соединенными Штатами, и в феврале 2009 года Areva выиграла контракт на поставку двух из своих реакторов ЭПР мощностью 1600 МВт с опцией еще на четыре. Атомная энергия в настоящее время составляет 3% от общего энергопотребления в Индии, но

будет увеличиваться с завершением строительства еще четырех локальных производных CANDU,

В Европе первая угроза развитию ядерной энергетики пришла с выборами правопоцентристского правительства в Швеции в сентябре 1976 года. Это была первая смена правительства за более чем сорок лет. Он унаследовал план ядерной энергетики для двенадцати реакторов, которые все находились в процессе строительства, и были планы еще для трех, один из которых в Остерханинге будет обеспечивать централизованное теплоснабжение Стокгольма, а еще два на юге в Барсбеке будут обеспечивать централизованное теплоснабжение Мальмё. Хельсингборг, Энгельхольм и Лунд. Но новый премьер-министр Турбьёрн Фаллдин был известным антиядерным активистом, являющимся северным овцеводом, под землей которого было обнаружено большое урановое месторождение.

В сентябре 1976 года в эксплуатации находились четыре атомные станции, еще две - на завершающей стадии строительства и менее чем через год от промышленной эксплуатации. Кроме того, Феллин был в коалиции с двумя сильно проядерными партиями, поэтому был ограничен в ядерной проблеме. Но результатом шведских дискуссий в последующие годы стал закон о ядерной энергии, который, во-первых, требовал от всех атомных станций заключения контрактов на переработку отработавшего топлива, а во-вторых, предусматривал строительство безопасного подземного хранилища для долгосрочного хранения ядерных отходов.

В Соединенных Штатах на промежуточных выборах 1978 года в Калифорнии в бюллетень было включено антиядерное предложение 13. Он получил достаточную поддержку для включения в качестве вопроса референдума, как позволяет американский закон о выборах. Предполагалось, что в Калифорнии не должно быть атомной энергии, в которой уже есть два реактора и еще три в стадии строительства, на двух площадках: Каньон Диабло к северу от Лос-Анджелеса около Сент-Луиса Обиспо и Сан-Онофре, на полпути побережья между Лос-Анджелесом и Сан-Диего. Хотя Предложение 13 было побеждено, это не остановило отмену третьего проекта, Rancho Seco, недалеко от Сакраменто.

Плутоний, который был расщепляющимся материалом бомбы в Нагасаки, был продуктом реакции реактора и будет топливом для реактора на быстрых нейтронах.

Об этом было достаточно известно, что это был трансурановый элемент, который не встречался в природе и имел очень длительный период полураспада, и что это был слабый альфа-излучатель.

Информации было достаточно, чтобы внушить страх широкой публике, если ее умело представить. У нас не могло быть реактора с плутониевым топливным циклом, где любая страна с возможностью переработки могла бы вынуть часть материала ядра и сделать бомбу. Основным антиядерным аргументом заключался в том, что мы не должны оставлять будущих поколений, чтобы навести порядок в том, что мы оставили позади.

В то время это был мощный аргумент, отражающий мнение людей о

своих семьях. Мы все хотим, чтобы у наших детей и внуков была лучшая жизнь, чем у нас, и одно из определений этого заключается в том, что они должны иметь возможность зависеть от надежных поставок энергии. Но, спустя 60 лет, Хиросима и Нагасаки являются процветающими промышленными городами экспортировать свою продукцию по всему миру, что скорее дает ложь этому основному аргументу Грина.

По мере того, как Зеленое движение охватило Европу, в нескольких странах возникло большое беспокойство общественности по поводу ядерной энергетики. В Австрии дошло до того, что с завершением строительства первой в стране атомной электростанции в Цвентендорфе, недалеко от Линца, правительство решило провести референдум осенью 1978 года, прежде чем топливо можно будет загружать и завод будет введен в эксплуатацию.

Для правительства, находящегося у власти, референдум является единственным полным тестом общественного мнения вне всеобщих выборов, и общепринятым мнением является то, что избиратели воспользуются возможностью протестовать против непопулярного правительства. Поэтому, когда канцлер Бруно Крейски объявил, что уйдет в отставку, если голосование пойдет против введения в действие Цвентендорфа, избиратели поверили ему на слово и проголосовали против ядерной энергетики. Единственная проблема заключалась в том, что Крейский не ушел в отставку, а электростанция так и не была введена в эксплуатацию.

Затем, в марте 1979 года, один из реакторов на острове Три-Майл, недалеко от Гаррисберга, штат Пенсильвания, неконтролируемо сработал, так что охлаждающая жидкость реактора испарилась, и активная зона начала плавиться. Это не было известно в то время, но было достаточно доказательств того, что произошла крупная авария и что необходимо было задействовать аварийные процедуры. В Соединенных Штатах событие было разыграно на глазах у средств массовой информации, и, хотя не было никакого нарушения сосуда под давлением и защитной оболочки, а также никакого выброса радиации наружу, тем не менее, это была прекрасная возможность для антиядерной бригады переформулировать свое дело. Если бы это случилось однажды, разве это не могло случиться во второй раз в другом месте?

Неделю спустя в Канаде произошло более серьезное неядерное событие, о котором не сообщалось во всем мире. Это была авария поезда Миссиссауга под Торонто, когда товарный поезд сошел с рельсов на железнодорожном переезде.

На борту не было никакого ядерного материала, но два вагона, которые прыгали по следам, были танкерами, перевозившими соответственно жидкий метан и жидкий хлор.

Хлор был газовым оружием, использованным в первой мировой войне. Тогда было много живых людей, которые выросли бы в сознании родственников, которые были отравлены газом в этой войне, и каковы были их последствия. В то время как из Гаррисберга никто не был эвакуирован, полмиллиона человек были эвакуированы со всего места катастрофы в

Канаде, поэтому существовал страх, что, если любая утечка из танкера с метаном зажжется, это вызовет взрыв, который приведет к выбросу в атмосферу соседней машины. несколько тонн хлора, который он нес.

Три-Майл-Айленд показал, что ядерный реактор может понести значительную потерю теплоносителя и остаться в его защитной оболочке и не повлиять на окружающую среду. Неделю спустя событие в Канаде показало, что через крупные города на железных дорогах перевозятся опасные вещества, которые в случае аварии могут привести либо к серьезной гибели людей, либо к большим неудобствам, которые не связаны ни с чем ядерным, и в основном принимается как должное.

Но ущерб был нанесен. Президент США в то время, Джимми Картер, не был открыто антиядерным, будучи офицером на атомной подводной лодке, но он пришел к власти после скандала со вторым президентством Никсона и, несомненно, имел среди своих сторонников большое число зеленых. Сторонники демократической партии.

В то время было много споров о достоинствах переработки отработавшего топлива. В Селлафилде в Соединенном Королевстве и в Кап-Ла-Гааге во Франции были построены перерабатывающие заводы для обработки топлива из собственных реакторов с газовым охлаждением, и они начали получать заказы от других ядерных операторов в Швеции, Германии и Японии.

Первые атомные электростанции были также построены в Японии, Корее и Тайване, странах, которые имели очень мало местных энергетических ресурсов и импортировали услуги ядерного топлива из Европы и Северной Америки. Они быстро поняли, что, если они импортируют уран, они должны использовать как можно больше его, что первоначально означало отправку его в Европу для переработки и производства смешанного оксидного топлива, а также в долгосрочной перспективе создание собственных мощностей по производству и переработке топлива.

Затем, когда делегаты Международной конференции по атомной энергии 1979 года собрались в Вене, из Соединенных Штатов пришло объявление о том, что запланированная перерабатывающая установка, строящаяся в Барнвелле, штат Южная Каролина, была отменена и что ни один американский ядерный оператор не мог перерабатывать отработавшее топливо.

Они будут работать с однократным топливным циклом, а отработавшее топливо будет классифицироваться как атомные отходы высокого уровня и храниться на заводах до тех пор, пока не будет построено глубокое подземное хранилище для его приема.

В то время казалось, что очень немногие делегаты могут серьезно относиться к американской позиции. Эксплуатационные лицензии на их ядерные установки изначально были установлены на 40 лет, и казалось, что правительство Соединенных Штатов проглотило крюк, линию и грузило «зеленого» антиядерного аргумента и полностью отказалось бы от ядерной энергии к концу столетия.

Азиатские и европейские операторы были особенно злы, потому что они

пришли из культур с традицией энергосбережения. Для них это означало максимально использовать энергию, содержащуюся в урановом топливе, в то время, когда коммунальные предприятия скупали потребность в уране на несколько лет у различных производителей.

Компромиссным решением была Международная оценка ядерного топливного цикла, которая представит отчет, и если будет установлено, что для переработки и переработки ядерного топлива имеются веские экономические причины, то те страны, которые должны были это сделать, могли бы. По сути, Соединенные Штаты пошли своим путем, хотя три производителя реакторов продолжали продавать по всему миру, особенно на Дальнем Востоке, который был единственным значительным ядерным рынком в первом десятилетии XXI века.

Отработавшее топливо европейских и японских реакторов было отправлено на перерабатывающие заводы во Франции и Великобритании при условии, что переработанный материал был возвращен в качестве топливных элементов, а продукты деления будут возвращены в безопасной форме для захоронения на их собственных объектах: в Швеция в Форсмарке на Балтийском побережье, в Германии в Горлебене, а теперь в Японии в Роккашо Мура.

К марту 1980 года в Швеции правительство Фельдина было заменено правительством меньшинства либеральных и консервативных членов, которые были в основном за ядерные. Шведский народ принял ядерную энергию в качестве местной технологии, и, за исключением нескольких небольших электростанций, работающих на нефти, которые обеспечивают централизованное теплоснабжение крупных городов, электричество поступало от гидроэлектростанций на крупных реках, и шесть из запланированной программы из двенадцати реакторов в операция.

Три-Майл-Айленд поставил под вопрос ядерную энергетику среди политиков, и для окончательного решения этого вопроса было принято решение назначить референдум о будущем атомной энергетики. У шведских избирателей было два варианта: запустить шесть реакторов еще на десять лет и отказаться от строительства остальных шести, два из которых были завершены и два года ждали согласия на загрузку топлива; или завершить программу из двенадцати блоков и запустить их на проектный срок службы, то есть около 25 лет.

Референдум проголосовал за продолжение программы, но третий вопрос, который следовало бы задать, а не был, состоял в том, следует ли строить какие-то еще реакторы после двенадцатого действующего плана.

Затем 26 апреля 1986 года атомная промышленность почти оправилась от травмы Острова Три Миля и отказа Америки от топливного цикла, когда авария, которая привела бы зеленое антиядерное лобби в экстатическое безумие, наконец, произошла в Чернобыле, Украина. Один из четырех реакторов, на котором проводилось испытание малой мощности, сбежал, вызвав мощный взрыв, который взорвал верхнюю часть здания реактора и распространил поток радиоактивных частиц на север над Белоруссией в

направлении Скандинавии, где два дня спустя были получены доказательства радиационные мониторы на атомной электростанции Форсмарк к северу от Стокгольма и позднее подтвержденные в других местах.

Не будет преувеличением сказать, что результатом Чернобыля стал крах коммунизма. Отличительной чертой Советского Союза до тех пор была их чрезмерная тайна производственных и коммерческих дел. Если бы западная компания продала им что-то, им немедленно заплатили бы за это, но это было так далеко. Чернобыль был чем-то другим. У него было четыре реактора типа РБМК мощностью 1000 МВт, которые были уникальными для Советского Союза, но последствия были ощутимы в других странах. Все ядерные операторы должны были знать, как произошла эта авария и может ли она произойти в реакторе любого другого типа.

Советская промышленность также строго контролировала топливный цикл. Они разработали PWR мощностью 440 МВт, который они экспортировали в Венгрию, Болгарию, Чехословакию, Кубу и Финляндию, все топливо было поставлено из Советского Союза, и отработавшее топливо должно было быть возвращено им для переработки. Но Советы также разработали РБМК - реактор с водяным охлаждением с графитовым замедлителем, который считался, главным образом, производителем плутония. В Чернобыле было четыре реактора этого типа, но еще четыре были установлены в Сосновом Бору, недалеко от Санкт-Петербурга, два в Белоярске и два блока мощностью 1500 МВт в ИгнаLINE, Литва, где один блок был остановлен в конце 2003 года, а другой может быть закрыт в 2009 году.

Немедленное действие состояло в том, чтобы привлечь западных экспертов для изучения систем безопасности всего советского парка коммерческих реакторов. Закрытие всех реакторов РБМК привело бы к серьезной нехватке электроэнергии, но их системы безопасности пришлось модифицировать, чтобы избежать повторения аварии в другом месте. В то время в России было тридцать девять действующих реакторов и еще семь в Украине, включая три неповрежденных блока в Чернобыле.

К этому времени антиядерное мнение набирало силу в западных политических классах. У Соединенных Штатов мог быть президент, который служил на атомной подводной лодке, но нигде в Европейском союзе не было министра в каком-либо правительстве, который ранее руководил какой-либо электростанцией, не говоря уже о атомной электростанции, хотя Британский премьер-министр Маргарет Тэтчер в то время работала химиком в промышленности, и по крайней мере один из ее министров был дипломированным инженером.

К 1995 году ядерная энергия больше не рассматривалась в Западной Европе, по крайней мере. Когда появились первые атомные электростанции, никто не знал, как они будут работать в долгосрочной перспективе. У них было разумное представление о сроке службы генератора, и, как правило, это был случай, когда завод будет построен в ожидании, что он будет работать в течение двадцати пяти лет. Таким образом, атомные станции получили

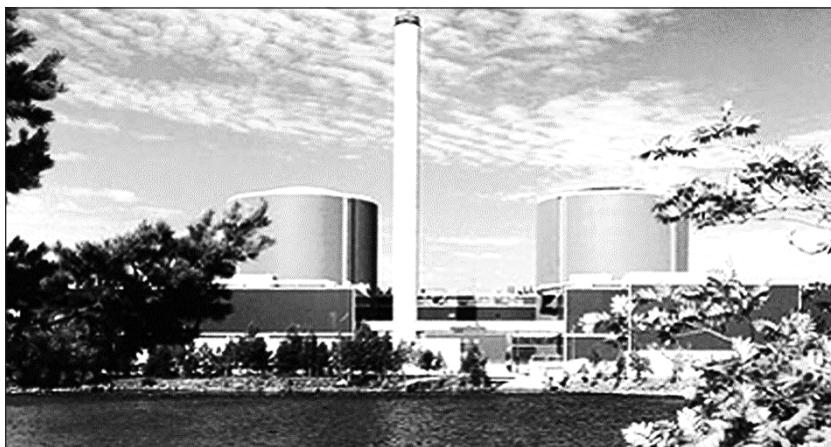
аналогичную лицензию на 25 лет, в результате чего почти все европейские атомные электростанции могут быть закрыты к 2015 году.

После Чернобыля в ряде европейских правительств возникло антиядерное чувство. Но только в Италии произошло полное закрытие трех действующих электростанций страны, и строительство остановилось на одном из блоков в Монтальто-ди-Кастро, которое впоследствии было превращено в комбинированный цикл.

Были три страны, в каждой из которых имелись крупные ядерные компоненты электроснабжения, - Бельгия, Германия и Швеция, которые приняли в своих парламентах меры по прекращению строительства атомных электростанций и остановке всех существующих реакторов в конце срока их эксплуатации. Однако в Бельгии, где семь реакторов вырабатывают 65% электроэнергии, правительство осознало, что без них не обойтись, и в 2006 году решило продлить срок эксплуатации всех семи реакторов еще на двадцать лет.

В феврале 2009 года правительство Швеции объявило, что построит больше атомных станций, чтобы избежать образования большого количества парниковых газов. Учитывая, что более 90% их электроэнергии поступает от атомной и гидроэнергетики, это был единственный способ сделать это. На четырех существующих площадках в Форсмарке, Оскарсхамне, Рингхалсе и Барсбеке их реакторы будут заменены новыми единицами в конце их жизни.

Самый сильный антиядерный протест был в Германии. Во время холодной войны это была линия фронта между армиями НАТО и Варшавским договором. Страна была разделена укрепленным забором между Германской Демократической Республикой на востоке и Федеративной Республикой Германией на западе. Город Берлин, который был столицей объединенной Германии до конца Второй мировой войны, был также разделен на западные пригороды Берлина, окруженные высокой бетонной стеной, которая разделяла их.



5.3: Ловиза, Финляндия: Эти две российские PWR мощностью 440 МВт

были построены с использованием систем сдерживания, контроля и безопасности Westinghouse. (Фото предоставлено Fortum)

Многие немцы были из семей, которые барьеры разделили, и некоторые уехали из Восточной Германии, прежде чем они поднялись. Будучи линией фронта между двумя сверхдержавами, обеими государствами, обладающими ядерным оружием, и после опыта нацистской диктатуры с 1933 по 1945 год, которая привела к тому, что положение Германии стало результатом ее поражения во Второй мировой войне, она неизбежно шла раскрывать мнения. Неудивительно, что зеленый протест впервые возник против ядерной энергетики в Германии.

С 1997 года в Германии было левоцентристское коалиционное правительство социал-демократов и Партия зеленых, которые хотели закрыть все атомные станции и построить лес из ветрогенераторов мощностью 2 МВт для их замены. Атомные электростанции все еще работают, а рядом с ними находится большое количество ветряных электростанций, а на востоке - новые, сверхкритические паровые электростанции, работающие на буром угле.

Антиядерное чувство также проникло в совет министров Европейского Союза. В это время они стремились ввести в Союз восточные страны, которые только недавно отказались от коммунизма и которые, в случае с Чешской Республикой, Венгрией, Словакией и Болгарией, имели между собой большой флот, разработанный русскими 440 MW PWR и в Чешской Республике началось строительство в Temelin первого из двух 1000 MW PWR, которые были завершены в 2003 году, после того, как они вступили в Европейский Союз.



5.4: Сиво, Франция. Станция EdF была первой с реактором N4 мощностью 1400 МВт, из которого был разработан EPR. (Фото предоставлено АЭС Арева)

Было даже высказано предположение, что этим странам может быть

запрещено вступать в Европейский Союз, если они не закроют свои атомные электростанции.

Украина, хотя и не рассматривала вопрос о членстве, также была вынуждена закрыть три выживших реактора в Чернобыле, которые были значительно изменены в соответствии с западными критериями безопасности. Это даже дошло до того, что некоторые западные газотурбинные компании предлагают схемы комбинированного цикла для его замены. На Литву также оказывалось давление из-за двух реакторов РБМК на Игналине.

В 2008 году в мире эксплуатировалось около 439 атомных электростанций, большинство из которых были введены в эксплуатацию до 1990 года. Некоторые из самых ранних, построенных в 1960-х годах, уже закрыты. Остальные, однако, продолжают работать, производя электричество, не выделяя ни грамма парниковых газов.

Не только это, но и в качестве установок с базовой нагрузкой многие из них работают непрерывно между перегрузками и перебоями в обслуживании, которые обычно составляют от 12 до 15 месяцев. Когда атомная станция отключается, это, скорее всего, связано с внешним фактором, таким как повреждение сети или землетрясение, как это произошло в 2008 году в Японии. Но как бы то ни было, системы безопасности вступают в игру, чтобы отключить его.

На сегодняшний день существует пять основных типов генерирующих энергию ядерных реакторов. PWR охлаждается водой и замедляется и использует обогащенный уран. Первоначально он был разработан компанией Westinghouse в США и лицензирован для Siemens, Framatome, FIAT в Европе и Mitsubishi в Японии.

Советский Союз разработал PWR, который первоначально производился как установка мощностью 440 МВт, которая была продана странам в пределах их сферы влияния в Восточной Европе и на Кубе. Много было известно о советской системе, потому что Финляндия купила два блока для своей электростанции в Ловийсе, но оснастила их западными приборами и системами управления и системой сдерживания льда Westinghouse. Первый был введен в эксплуатацию в мае 1977 года, а второй - в декабре 1980 года. С тех пор оба реактора надежно работали и неизменно находились на вершине опубликованных таблиц рабочих характеристик.

Европейские поставщики реакторов разработали собственную версию PWR для электрической системы 50 Гц. Во Франции Electricité de France стандартизировала номинальную мощность 900 МВт для тридцати трех блоков на девяти участках. Два из шести блоков на побережье Канала в Гравелине, на полпути между Кале и Дюнкерком, отправляют свою продукцию по линии HVDC в Англию, где EdF имеет большую клиентскую базу в качестве владельца London Electricity и Southeastern Electricity. За агрегатами мощностью 900 МВт во Франции последовала конструкция мощностью 1300 МВт, которая впоследствии была расширена до 1400 МВт в самых последних установках. Франция также добилась определенных успехов на экспортных рынках и продала установки в Южную Африку, Корею и

Китай номинальной мощностью 1000 МВт.

Siemens разработал PWR в виде блока мощностью 1200 МВт в сферической защитной конструкции, предназначенной для того, чтобы противостоять врезанию в него самолета. Прошло бы почти тридцать лет, прежде чем такое событие приобрело бы совершенно новое значение в Нью-Йорке, но в те невинные времена авиакатастрофой можно будет считать небольшой низколетящий гражданский или военный самолет, который испытывает трудности в плохую погоду и отклоняется от курса. Siemens также экспортировал заводы в Испанию и Бразилию; все PWR класса 1200 МВт поставляются в виде под ключ с собственной турбомашинной и системами управления.

Другая легководная реакторная система - это реактор с кипящей водой, который был независимо разработан GE в США и ASEA Atom в Швеции. Шведская конструкция представила ряд новшеств в конструкции реактора, которые были включены GE в конструкцию Advanced BWR, первые образцы которой были установлены в Японии в качестве последних двух из семи BWR на станции Kashiwazaki Kariwa компании Tokyo Electric Power Company.

Шведская BWR была установлена только в Швеции и Финляндии, и ее разработка велась на политическом фоне антиядерных правительств, неспособных убедить хорошо информированное общественное мнение, которое могло бы увидеть преимущества ядерной энергетики с точки зрения ее экологичности.

Дело в том, что с более чем 95% поставок электроэнергии в равной степени обеспечивается атомная и гидроэнергетика, Швеция имеет одну из самых чистых городских сред в Европе.

Разработка GE была затруднена из-за расширенных процедур лицензирования на ее внутреннем рынке. Один примечательный случай - две аналогичные станции, заказанные одновременно, одна для «Тайвань Пауэр», а другая для американской коммунальной компании, завод в Тайване уже был запущен и работал до того, как земля была разрушена на американской площадке. GE предоставила лицензию AEG в Германии, которая впоследствии была передана Siemens, и Alstom во Франции, который завершил строительство электростанции Caorso недалеко от Милана в северной Италии, а затем перешел к реорганизации французской промышленности в 1975 году для стандартизации PWR. ,

Однако большой успех GE был в Японии, где Hitachi и Toshiba сотрудничали с ними в строительстве 16 реакторов для Токийской электроэнергетической компании в Фукусиме и Касивадзаки Карива.

Канада разработала собственную уникальную систему, которая основана на том, что они являются производителями урана и имеют возможность производить тяжелую воду. Конструкция CANDU предназначена для системы с тяжелым водяным охлаждением и умеренной системой, которая состоит из горизонтально установленного цилиндрического резервуара Calandria, который заполнен тяжелой водой и имеет параллельные трубки, проходящие через него от конца до конца. Топливные элементы содержатся в трубках

охлаждающей жидкости, доступ к которым возможен с любого конца каландрии, так что топливные штифты можно перемещать под нагрузкой для оптимизации скорости выгорания. Установки CANDU стандартной конструкции мощностью 650 МВт были экспортированы в Аргентину, Корею, Китай, и Румыния, и два были установлены в Канаде.

Это современные реакторные системы, которые выдают около 369 ГВтч. Было несколько проблем с любым из действующих реакторов, и только две серьезные аварии, из которых только одна в Чернобыле разрушила реактор и выпустила радиацию в окружающую среду.

Двадцать лет спустя ядерное возрождение в настоящее время усиливается, и можно сказать, что оно началось сразу же после последующей конференции в Киото в 2001 году, когда правительство Финляндии приняло решение построить еще одну атомную электростанцию, как единственный надежный способ встретиться его цели выбросов. Как будто атомная промышленность внезапно коллективно осознала, что у них есть технология, чтобы «спасти планету», и это был случай убедить правительства в силе своих аргументов.

Другой пост-киотской реакцией была иррациональная ненависть, озвученная во всем мире президентом Джорджем Бушем, как лидера единой нации, которая не подписала Киотский протокол.

На самом деле в Соединенных Штатах произошло то, что правительство Буша видело, что ядерная энергетика должна продолжаться, и, кроме того, топливный цикл должен быть возобновлен после закрытия промышленности, навязанного президентом Картером в 1979 году. К настоящему времени все 104 действующих реактора имеют на своих площадках различные количества отработавшего топлива, которые представляют огромный энергетический потенциал, который было бы неправильно игнорировать, а строительство долгосрочного хранилища на горе Юкка, штат Невада, увязло в антиядерной энергии. позерство правительства штата Невада

Этот возрожденный интерес к ядерной энергии возник в то время, когда цены на ископаемое топливо резко выросли до беспрецедентного уровня, когда нефть в апреле 2008 года превысила 140 долларов за баррель, хотя к концу года она впоследствии упала до 40 долларов за баррель. Это заставило правительства задуматься о том, как они могут контролировать расходы на энергию и обеспечить более надежную подачу.

Из своей штаб-квартиры в Вене Международное агентство по атомной энергии истолковывает объявленные по-разному планы как низкий прогноз в 25% или максимум в 93% в отношении увеличения вклада, который ядерная энергия внесет в удовлетворение мировых энергетических потребностей к 2030 году. % от общей мировой мощности в 2008 году.

Правительство Буша предприняло два крупных действия по возобновлению ядерной промышленности. Первым было пересмотреть систему лицензирования, заменив двухступенчатую схему лицензирования старой лицензией на строительство и эксплуатацию (COL), которая присуждается за сертифицированный тип реактора и предоставляется на 20

лет, после чего она теряет силу, если ничего не делается. Около 32 лицензий New Start были поданы, и до настоящего времени было выдано двенадцать. Большинство для дополнительных реакторов, чтобы идти рядом с существующими площадками.

Вторым было создание Глобального партнерства по ядерной энергии (ГНЭП), целью которого является безопасное закрытие топливного цикла, чтобы плутоний мог быть отделен от отработавшего топлива и превращен в смешанное оксидное топливо для нынешнего поколения топлива. реакторы по всему миру.

Фактически в этом плане признается, что плутоний является важным топливным материалом. Как только реактор запускается, он начинает производить плутоний, который делится и составляет значительную часть произведенной энергии.

Помимо производства смешанного оксидного топлива, GNEP рассмотрит конструкцию реакторов на быстрых нейтронах, чтобы плутоний можно было безопасно использовать в качестве топлива для этих реакторов. В частности, существует очень высокотемпературный реактор, который с высокой степенью выгорания мог бы утилизировать плутоний и другие трансураны для производства электричества и технологического тепла.

Высокая цена на ископаемое топливо с 2007 года заставила несколько стран обратить пристальное внимание на ядерную энергетику, и в более нестабильные времена число стран, которым могут противостоять «зеленые активисты» в правительстве, несколько уменьшилось.

Другим событием является то, что Соединенные Штаты и другие страны, увидев из первых рук преимущества ядерной энергии без выбросов, наносящих ущерб здоровью населения, а также с низкими и стабильными расходами на топливо, задаются вопросом, почему не могут быть произведены меньшие реакторы, которые могут дать те же преимущества для небольших стран и островных сетей, которые не могут использовать реактор мощностью 1000 МВт.

Эта точка зрения не нова. Первоначальные разработчики газоохлаждаемого реактора Pebble Bed в Германии в начале 1970-х годов рассматривали это как основную причину его развития: создать реактор, который был бы безопасен по своей природе и мог работать в любой сети в любой точке мира. В то время мир был потрясен четырехкратным повышением цены барреля нефти и искал способы вывести его из производства электроэнергии и заменить его другими видами топлива.

Сорок лет спустя это все еще относительно небольшие сети островных коммунальных предприятий, которые не имеют доступа к газу и все еще сжигают нефть для выработки электроэнергии. Прошло всего шесть лет с тех пор, как газоснабжение достигло острова Мэн, и девять лет с тех пор, как Сингапур заключил долгосрочное соглашение о поставках газа с Индонезией, которое с тех пор преобразовало их энергосистему и значительно улучшило их эффективность энергоснабжения.

Таким образом, в настоящее время разрабатываются три небольших

реактора, которые предназначены для этого рынка небольших сетей электроснабжения. Разработка модульного реактора с галечным слоем в Германии была остановлена в 1989 году правительством штата Северный Рейн-Вестфалия в рамках программы СДП / Зеленого антиядерного государства и была принята Южной Африкой в 1990 году. В ходе этого проекта был продолжен опытный образец газогенератора мощностью 160 МВт. Охлаждаемый реактор с прямым газотурбинным приводом замкнутого цикла будет построен рядом с существующей атомной электростанцией в Кобурге, к северу от Кейптауна.

Westinghouse разработали версию APWR мощностью 600 МВт, но также ведут разработку IRIS, международного искробезопасного реактора. Это компактный легководный реактор мощностью 300 МВт, который разрабатывается в рамках GNEP. Westinghouse обратилась в Комиссию по ядерному регулированию за одобрением типа, которое ожидается в 2010 году.

Преимущества ядерной энергетики заключаются в том, что она не производит выбросов и что затраты на топливо низкие. Высокая плотность энергии топлива означает, что на его долю приходится гораздо меньшая часть общих затрат на производство, чем на топливо для установок, работающих на ископаемом топливе.

Теперь, когда капитальные затраты на многие из атомных станций окуплены, у них есть только эксплуатационные расходы и топливо для покрытия, в результате чего самые низкие производственные затраты в Соединенных Штатах связаны с ядерным флотом.

Так что это экономическая проблема для всего мира. Как мы можем удовлетворить будущие потребности в энергии и гарантировать безопасность поставок? Как мы можем избежать строительства электростанции, а затем найти три или четыре года спустя, что цена на топливо взлетела и вызвала общественный протест по поводу более высоких цен на электроэнергию? Если ядерная энергетика может избежать этого и обеспечить, чтобы свет оставался включенным по цене, которую мы можем себе позволить, то она должна развиваться, и альтернативы действительно нет.

Разработки малых реакторов снова набирают популярность технологии реакторов с газовым охлаждением. Единственные действующие реакторы с газовым охлаждением в настоящее время находятся в Соединенном Королевстве. Но экономичный небольшой искробезопасный высокотемпературный реактор откроет рынок для промышленных комбинированных теплоэлектростанций и централизованного теплоснабжения, которые обеспечат энергоснабжение без какого-либо загрязнения или необходимости удаления углекислого газа из дымовых газов.

Искробезопасность реакторов с газовым охлаждением проистекает из того факта, что в случае отказа циркуляционных вентиляторов отсутствует вероятность изменения фазы в охлаждающей жидкости. Контрольные стержни

упали бы, чтобы остановить реакцию, и графитовое ядро поглотило бы тепло распада и не было бы повреждено, поскольку охлаждающий газ инертен.

Это степень, в которой ядерное возрождение прогрессирует, в основном незаметно для широкой общественности. В предыдущие двадцать лет враждебность к ядерной энергетике в большей части Европы и Северной Америки привела к сокращению отрасли, которая в основном выжила благодаря нескольким экспортным контрактам и некоторому бизнесу по обслуживанию.

Это степень, в которой ядерное возрождение прогрессирует, в основном незаметно для широкой общественности. В предыдущие двадцать лет враждебность к ядерной энергетике в большей части Европы и Северной Америки привела к сокращению отрасли, которая в основном выжила благодаря нескольким экспортным контрактам и некоторому бизнесу по обслуживанию.

Три азиатские страны с крупными ядерно-энергетическими программами, Китай, Япония и Корея, также развивают свои отрасли ядерной энергетике. Китай разработал проект мощностью 1000 МВт для PWR в сотрудничестве с Mitsubishi. Корея стандартизировала бывшую систему сжигания топлива 80+ PWR и построила первые четыре на Yonggwang как OPR 1000 и получила заказы еще на восемь.

Система 80+ больше не будет производиться в Соединенных Штатах, но разрабатывается как стандартная конструкция мощностью 1400 МВт для корейского рынка, которая будет собираться там и в конечном итоге может быть экспортирована.

Таким образом, у будущего клиента для атомной электростанции есть по крайней мере шесть новых конструкций реакторов на выбор, которые были сертифицированы в Соединенных Штатах или Европейском Союзе, хотя проект Areva EPR подал заявку на сертификацию США, которая, как ожидается, будет присуждена в 2009. Все они разработаны на основе существующих конструкций PWR и BWR, но в Соединенных Штатах, Китае, Японии и Южной Африке разрабатываются другие более мелкие реакторы. Если опытные образцы будут продемонстрированы и будут работать эффективно и с прогнозируемой стоимостью, то к 2025 году мы можем увидеть новую группу промышленных операторов, которые будут эксплуатировать свою первую небольшую атомную станцию.

Кроме блоков в Финляндии и Франции, другие европейские реакторы не строятся. В Соединенном Королевстве Агентство по ядерному регулированию рассматривает три проекта: PWR Westinghouse и Areva и ESBWR GE-Hitachi. В конце марта правительства Великобритании и Франции заключили соглашение о сотрудничестве в области ядерных технологий, которое предполагает, что дизайн EPR Areva имеет преимущество, поскольку EdF Energy, британский филиал Electricité de France, имеет большую клиентскую базу в Лондоне и на юге. Восточная Англия, а теперь является владельцем British Energy, ядерного оператора.

Антиядерный протест в Европе, похоже, успокоился, возможно, потому,

что движение «Зеленых», похоже, пытается загнать нас в тупик с помощью чистого угля и возобновляемых технологий. Хотя Партия зеленых в Германии не существует, нынешнее правительство во главе с Ядерным Христианско-демократическим союзом (ХДС) связывает руки своему партнеру, антиядерному СДП, у которого Зеленые были их партнерами по коалиции в предыдущем правительстве. Следовательно, заявка RWE Energy на продление срока службы первого из двух реакторов на их станции в Библисе к югу от Франкфурта была первоначально отклонена, и оба эти, а также два других реактора будут закрыты в 2009 году, поскольку они будут работать в течение 32 лет, что было предел, установленный в соответствии с антиядерным законом 2000 года.

Теперь, когда ряд единиц должен быть закрыт, нынешнее правительство указало, что оно готово обсудить вопрос о продлении лицензий до 60 лет, как и в остальном мире, потому что оно осознало огромные затраты, которые раннее закрытие принесет экономике Германии которая сильно зависит от экспорта промышленной продукции. Результат всеобщих выборов 2009 года определит, будет ли это происходить или нет.

Новые страны с ядерными амбициями находятся в основном на Ближнем Востоке: Турция, Египет, Бахрейн и Объединенные Арабские Эмираты.

ТАБЛИЦА 5.1: СЕРТИФИКАЦИЯ РЕАКТОРОВ США 2008

Проект	Поставщик	Выходная мощность МВт	Тип реактора	Статус сертификации
AP 600	Westinghouse	650	PWR	Сертифицировано
AP 100	Westinghouse	1100	PWR	Сертифицировано
ABWR	GE	1370	BWR	Сертифицировано
System 80+	Westinghouse	1300	PWR	Сертифицировано
ESBWR	GE-Hitachi	1550	PWR	Ожидается в 2009
US EPR	Arena NP	1600	PWR	Ожидается в 2012
PBMR	Westinghouse	160	GCR	Ожидается в 2010
IRIS	Westinghouse	350	PWR	Ожидается в 2011
USAAPWR	Mitsubishi	1700	PWR	
¹ ACR	AECL	1200	CANDU	Предсертификация

¹Сертифицировано в Канаде

Помимо Турции, арабский интерес может заключаться в том, что нынешние высокие цены на нефть и газ являются постоянными и предлагают большие иностранные доходы, а замена старых газотурбинных теплоэлектростанций на ядерные является одним из способов вывоза местного топлива из внутреннего рынка потребления для продажи остальному миру.

Все они сказали, что не войдут в топливный цикл, а будут покупать топливо через поставщиков реактора. Другим производителем нефти с ядерными амбициями является Индонезия, которая вместе с Турцией искала заявки на первый реактор. Таиланд также, вероятно, будет искать

предложения в ближайшем будущем. И Турция, и Египет ищут ядерную энергию более тридцати лет. Турция назначила площадку для станции мощностью 4000 МВт в Мерсине на побережье Средиземного моря, и в начале апреля 2008 года был объявлен тендер. Как сообщается, Египет изучает тендеры на установку первого реактора в Эль-Даббе, к западу от Александрии на побережье Средиземного моря.

Была бы политическая диверсия ядерной энергии в Соединенных Штатах и Европе, если бы она не использовалась для производства бомб, которые были сброшены на два японских города, чтобы положить конец Второй мировой войне? Это то, что мы никогда не узнаем, но факт заключается в том, что более пятидесяти лет назад была разработана система производства электроэнергии, которая не имела выбросов и имела потенциал для подачи электроэнергии при низких затратах и высокой доступности, что с тех пор доказано.

Watts Bar - последняя атомная электростанция, построенная по старой системе лицензирования в Соединенных Штатах. Новая процедура лицензирования сочетает в себе конструкцию и эксплуатацию и присуждается за сертифицированный тип реактора и предоставляется на 20 лет. Двенадцать лицензий уже были выданы.



5.5: Окилуото, Финляндия: вид на площадку в августе 2008 года, когда первый реактор ЭПР, блок 3, строится слева. Заявка была подана на четвертый блок на сайте. (Фото предоставлено TVO)

Из новых реакторов, представленных в Таблице 5.1, ABWR уже работает в Японии, и первые четыре примера Westinghouse AP 1000 были заказаны летом 2007 года из Китая с двумя установками на площадках Haiyang и Sanmen. Для этого они поручили корейской Doosan Heavy Industries поставлять сосуды под давлением, устройства повышения давления и парогенераторы.

EPR - это 1600 МВт PWR, разработанный в Европе. Первый находится в

стадии строительства в Окилуото, Финляндия, и должен быть введен в эксплуатацию в конце 2012 года. Заявка на четвертый блок на площадке была подана в правительство Финляндии в марте 2008 года. Предположительно, строительство планируется начать до того, как блок будет построен. 3 рабочей силы были полностью разогнаны с сайта.

Второй EPR строится во Фламанвиле, Франция. Затем в ноябре 2007 года Китайская ядерная энергетическая корпорация Гуандун заключила контракт на сумму 8 млрд. Евро на два реактора с ЭПР и топливо на первые 15 лет эксплуатации. Реакторы будут построены на новой площадке в Тайшане, провинция Гуандун. Это самый крупный контракт, который получила Areva, и основывается на опыте предыдущих контрактов в Дайя-Бей и Лин-Ао с общим количеством реакторов 1000 МВт на двух площадках.

Хотя в Европе строится только два реактора, к 2020 году может быть введено в эксплуатацию как минимум семь новых энергоблоков. Но на данный момент основными рынками ядерной энергетики являются Китай, Япония и Корея, а также Россия, США, Канада. и Южная Африка.

ТАБЛИЦА 5.2: КИТАЙСКАЯ ЯДЕРНАЯ ПРОГРАММА НА 2015 ГОД

Станция	Место-положение	Тип	Выходная мощность МВт	Поставщик	Дата услуги
Quinshan 1	Джедзянг	PWR	300	Mitsubishi	1991
Daya Bay	Гуандун	PWR	1000	Areva	1994
Daya Bay	Гуандун	PWR	1000	Areva	1994
Quinshan 2	Джедзянг	PWR	600	CNPE	1997
Quinshan 3	Джедзянг	CANDU	728	AECL	2003
Quinshan 4	Джедзянг	CANDU	728	AECL	2003
Ling Ao 1	Гуандун	PWR	1000	Areva	2003
Ling Ao 2	Гуандун	PWR	1000	Areva	2004
Quinshan 5	Джедзянг	CPR1000	1080	CNPE	2004
Tianwan 1	Дзянгсу	PWR	1000	Rosatom	2004
Tianwan 2	Дзянгсу	PWR	1000	Rosatom	2005
Ling Ao 3	Гуандун	PWR	1000	Areva	2010
Ling Ao 4	Гуандун	PWR	1000	Areva	2011
Quinshan 6	Джедзянг	CNP 600	650	CNPE	2011
Hongyanhe1	Ляунин	CPR1000	1080	CNPE	2012
Ningde 1	Фудзиен	CPR1000	1080	CNPE	2012
Quinshan 7	Джедзянг	CNP 600	650	CNPE	2013
Hongyanhe 2	Ляунин	CPR1000	1080	CNPE	2013
Haiyang	Шандон	AP 1000	1100	Westinghouse	2013
Ningde 2	Фудзиен	CPR1000	1080	CNPE	2013
Sanmen	Джедзянг	AP 1000	1100	Westinghouse	2013
Haiyang	Шандон	AP 1000	1100	Westinghouse	2014
Hongyanhe 3	Ляунин	CPR1000	1080	CNPE	2014
Ningde 3	Фудзиен	CPR1000	1080	CNPE	2014
Sanmen	Джедзянг	AP 1000	1100	Westinghouse	2014
Taishan 1	Гуандун	EPR	1600	Areva	2014
Hongyanhe 4	Ляунин	CPR1000	1080	CNPE	2015
Taishan 2	Гуандун	EPR	1600	Areva	2015
Ningde 4	Фудзиен	CPR1000	1080	CNPE	2015
Taishan 2	Гуандун	EPR	1600	Areva	2015

Из них Китай имеет самую крупную программу развития атомной энергетики: одиннадцать реакторов работают на общую сумму 9436 МВт, а еще шестнадцать находятся в стадии строительства, и все они будут введены в эксплуатацию к концу 2015 года. Тогда общая ядерная мощность составит 33 750 МВт, к этому времени еще 18 000 МВт будут в стадии строительства.

«Зеленые активисты», которые рисуют картину, изображающую их как сильно загрязненную страну, говорят, что Китай будет устанавливать одну новую электростанцию, работающую на угле, в неделю. Реальность такова, что Китай планирует ввести в эксплуатацию 40 000 МВт АЭС к 2020 году, что составит 4% от общей генерирующей мощности в стране, и еще 200 000 МВт к 2050 году, многие из которых будут сертифицированы для новых реакторов. в США и Европе.

Правительство Китая четко осознает, что старые угольные электростанции несут ответственность за 80% выбросов в стране и что, за

исключением загрязнения, валовой национальный продукт (ВВП) может быть на 7% выше. Следовательно, чтобы удовлетворить растущий спрос на энергию в связи с промышленным развитием, существует большая ядерная программа, а также разработка трех ущелий (26 x 700 МВт) и других крупных гидроэлектростанций, которые не имеют выбросов и защитят еще многие общины от наводнений. и обеспечить ирригацию для повышения урожайности, но яростно выступают против иностранных зеленых фракций. Параллельно с этими разработками в области чистой энергии существует более широкий план повышения энергоэффективности, который направлен на сокращение потребления энергии, необходимой для производства ВВП на 100 долларов, на 4% в год.

Китай также стремится построить собственные атомные электростанции и фактически является девятой страной, которая разработала свой собственный проект. Первый в стране реактор в Квиншане, мощностью 300 МВт, заверченный в 1994 году, был спроектирован в сотрудничестве с компанией Mitsubishi, которая также предоставила часть оборудования. China Nuclear Power Engineering Company является компанией по проектированию и производству реакторов, которая постепенно берет на себя все больше проектных и строительных работ. CPR 1000 - это китайская трехконтурная PWR мощностью 1080 МВт. Первый из четырех блоков строится в Хуньяньхэ в провинции Лаонин, который будет введен в эксплуатацию в 2012 году, а остальные последуют с интервалом в двенадцать месяцев.

Китай также разрабатывает газоохлаждаемый реактор на основе немецкой технологии реактора с галькой. Прототип, получивший обозначение HTR-10, имеет номинальную мощность 10 МВт и был введен в эксплуатацию в начале 2007 года в университете Цинхуа, к северу от Пекина.

Коммерческий прототип китайского газоохлаждаемого реактора мощностью 200 МВт начал строительство несколько недель спустя, когда Huaneng Power International профинансировала 50% от стоимости в 300 миллионов долларов. Китайская точка зрения заключается в том, что с запланированной ядерной мощностью более 240 ГВт к 2050 году они не хотят использовать только реакторы с водяным охлаждением, которые зависят от инженерных систем безопасности. Реакторы с газовым охлаждением по своей природе безопасны и имеют стандартную конструкцию, которая может быть собрана на заводе. В качестве блока мощностью 200 МВт он мог бы заменить работающие на угле мощности во многих наиболее загрязненных городах.

Корея с небольшим количеством ископаемых видов топлива построила атомные электростанции для обеспечения безопасности энергоснабжения. В настоящее время они эксплуатируют 20 реакторов на пяти площадках общей мощностью 18 516 МВт. За исключением четырех реакторов CANDU на Wolsong, все остальные реакторы PWR от Westinghouse и Areva.

ТАБЛИЦА 5.3. ЯДЕРНЫЕ ПЛАНЫ КОРЕИ НА 2016 ГОД

<i>Реактор</i>	<i>Тип</i>	<i>Поставщик</i>	<i>Выходная мощность МВт</i>	<i>Дата Услуги</i>
Kori 1	PWR	Westinghouse	570	04/1978
Kori 2	PWR	Westinghouse	630	07/1983
Wolsong 1		AECL	635	04/1983
Kori 3	PWR	Westinghouse	950	09/1985
Kori 4	PWR	Westinghouse	950	04/1986
Yonggwang 1	System 80	Westinghouse	945	08/1986
Yonggwang 2	System 80	Westinghouse	945	06/1987
Ulchin 1	PWR	Areva	950	09/1988
Ulchin 2	PWR	Areva	950	09/1989
Yonggwang 3	System 80	Westinghouse	989	12/1995
Yonggwang 4	System 80	Westinghouse	989	03/1996
Wolsong 2	CANDU	AECL	680	07/1997
Wolsong 3	CANDU	AECL	680	07/1998
Wolsong 4	CANDU	AECL	680	10/1999
Ulchin 3	KSNP ¹	Doosan	995	08/1998
Ulchin 4	KSNP	Doosan	995	12/1999
Yonggwang 5	KSNP	Doosan	1000	05/2002
Yonggwang 6	KSNP	Doosan	1000	12/2002
Ulchin 5	KSNP	Doosan	1000	07/2004
Ulchin 6	KSNP	Doosan	1000	08/2005
Shin Kori 1	OPR-1000 ²	Doosan	1000	12/2010
Shin Kori 2	OPR-1000	Doosan	1000	12/2011
Shin Wolsong 1	OPR-1000	Doosan	1000	12/2011
Shin Wolsong 2	OPR-1000	Doosan	1000	10/2012
Shin Kori 3	APR-1400	Doosan	1350	09/2013
Shin Kori 4	APR-1400	Doosan	1350	09/2014
Shin Ulchin 1	APR-1400	Doosan	1350	12/2015
Shin Ulchin 2	APR-1400	Doosan	1350	12/2016

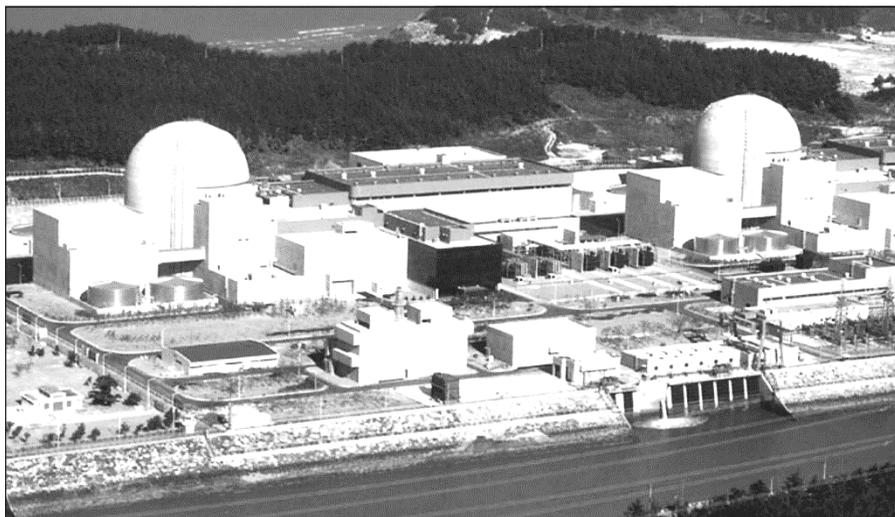
¹ PWR корейского производства, основанный на дизайне Westinghouse System 80.

² Оптимизированный энергетический реактор на основе системы 80+ для продажи на азиатском рынке.

Средняя доступность по всем 20 реакторам в 2006 году составила 92,3% по сравнению со средним мировым показателем 79,5%.

Как и Китай, Корея стремится спроектировать и построить свои собственные атомные станции, но на основе прежнего проекта ABB Combustion Engineering System 80. В 1978 году, после завершения строительства первого завода Kori 1, британской компании Westinghouse PWR мощностью 800 МВт, все инженеры стали выпускниками американских университетов, которые прошли обучение ядерному оружию и опыт

эксплуатации на заводах в Соединенных Штатах.



5.6 Корея: Йонгванг: Четыре блока на этой станции - первые корейские реакторы Системы 80+, обозначенные как Тип OPR1000. (Фото предоставлено KNPC)

Впоследствии все больше корейских инженеров и операторов прошли обучение в корейских университетах и на электростанции в Кори. За относительно короткий промежуток времени было создано большое количество корейских ядерных инженеров, которые либо обучались в Соединенных Штатах, либо обучались на корейских станциях, спроектированных в Соединенных Штатах людьми, которые сами там обучались.

Вместе с этим было построено предприятие по производству тяжелых стальных компонентов: сосудов под давлением, парогенераторов и герметизаторов. Эта компания стала Doosan Heavy Industries, у которой помимо ядерной деятельности есть лицензии на производство котлов-утилизаторов для рынка комбинированного цикла. Первыми реакторами корейского производства были энергоблоки № 3 и № 4 в Йонгванге, основанные на оригинальной инженерной системе сгорания 80, двухконтурной конструкции PWR мощностью 1050 МВт и известной как тип OPR 1000. Еще два блока в Йонгванге были введены в эксплуатацию в 2002 году.

Этот реактор будет предлагаться на азиатском рынке, но первоначально восемь строятся по этой конструкции в качестве дополнения к существующим площадкам, начиная с четырех блоков в Shin Kori (shin - корейское прилагательное, соответствующее новому на английском языке), строительство которого уже началось. на первых двух для коммерческой эксплуатации в 2011 и 2012 годах. За ними последуют два блока в Син

Вольсонге. Блоки 3 и 4 Shin Kori и блоки 1 и 2 Shin Ulchin будут увеличенной конструкции, известной как APR 1400, первоначально оцененной в 1350 МВт. Все эти заводы спроектированы как две единицы, совместно использующие определенные общие возможности.

К декабрю 2015 года будут введены в коммерческую эксплуатацию семь блоков, а в течение года - восьмой, Шин Ульчин-2. В конце 2016 года общая ядерная мощность в Корее достигнет примерно 27 000 МВт из 28 реакторов. В будущем Корея стремится достичь 60% поставок ядерной энергии.

Нехватка значительных местных топливных ресурсов была главной движущей силой для Кореи, которая в рамках продолжающейся программы ядерного строительства также инвестировала в комбинированный цикл с заказами на крупные теплоцентрали в новых городских поселениях.

Япония была первой азиатской страной, которая начала производство ядерной энергии с покупки 160 МВт реактора с газовым охлаждением Magnox из Великобритании, который был введен в эксплуатацию в 1966 году и был закрыт в 1998 году. В настоящее время страна имеет самый большой из действующих Азиатские страны с 55 реакторами, поставляющими 30 процентов национальной электроэнергии, еще девять находятся в стадии строительства или планируются, что увеличит долю атомной энергетики до 40% к 2016 году.

Япония импортирует около 80% своих энергетических потребностей и сорок лет назад приняла решение, что ядерная энергия имеет стратегическое национальное значение, и, поскольку они импортировали весь свой уран, имело смысл переработать отработавшее топливо и извлечь несгоревший уран и плутоний, как смешанное оксидное топливо. Таким образом, они могут получить дополнительные 30% энергии от первоначального заряда топлива.

С 1977 по 2006 год Японское агентство по атомной энергии эксплуатировало пилотную установку мощностью 90 т / год в Токай, на которой было переработано около 1100 тонн отработанного топлива. Однако до сих пор переработка отработанного топлива велась в основном в Европе. British Nuclear Fuels Ltd (BNFL) в Селлафилде получила 4200 т, а Areva в Кап-ла-Гааге - 2900 т.

Сборки смешанного оксида топлива производятся в Европе, а остекленные высокоактивные отходы будут возвращаться в Японию для утилизации. Контракт Areva закончился в 2005 году, в то время как в Японии отработанное топливо хранилось на электростанциях в ожидании запуска нового завода по переработке 800 т / год в Роккашо- Мура в мае 2008 года.

Роккашо-мура в префектуре Аомори на севере Хонсю становится основным центром топливного цикла в Японии. Управляемый компанией Japan Nuclear Fuels Ltd, он имеет центрифужную обогатительную фабрику, которая начала работать в 1992 году с производительностью 300 000 единиц в год и работает до конечной производительности 1,5 миллиона единиц в год. Завод по переработке будет производить 4 т / год делящегося плутония для

превращения в смешанное оксидное топливо и имеет рабочую нагрузку в 32 000 т отработавшего топлива из японских реакторов для переработки в течение следующих 40 лет.

Завод по производству смешанного оксидного топлива находится в стадии строительства.

Девять японских коммунальных предприятий, которые являются акционерами JNFL, накопили большой запас реакторного плутония, который будет превращен в смешанное оксидное топливо. Более 40 т хранится в Японии, еще 14 т - во Франции и 11,3 т в Соединенном Королевстве. Это не проблема, поскольку национальная политика заключается в переработке плутония в виде смешанного оксидного топлива в существующих энергетических реакторах.

Япония также спроектировала и построила реакторы с оригинальной лицензии Westinghouse, но только для японского рынка. Однако Mitsubishi поставила некоторое оборудование и помогла в разработке китайского реактора CPR1000. Они также разработали PWR мощностью 1700 МВт, для которого они стремятся получить сертификат США, и имеют два потенциальных заказа от Luminant Corporation, на Пике Команчей, Техас.

Другой объект в Роккашо-Мура - это хранилища отходов для ядерных отходов низкого и высокого уровня. В соответствии с политикой утилизации плутония на каждые 100 т отработанного топлива

97 т утилизируется для повторного использования, а 3 т - отходы с высоким содержанием отходов. Этот материал будет заключен в блоки из боросиликатного стекла, которые будут отправлены в хранилище.

Две разработки реактора возникли из работы топливного цикла. Первым был Моңу, быстродействующий размножитель мощностью 250 МВт с натриевым теплоносителем, который вступил в строй в 1994 году. Два года спустя утечка натрия привела к его прекращению, и с тех пор он не работал. Проект был передан JAЕА и Министерству науки и технологий, и отремонтированный реактор должен был быть перезапущен в конце 2008 года.

Опытный газоохлаждаемый реактор, высокотемпературный инженерный испытательный реактор мощностью 30 МВт (HTTR) был введен в эксплуатацию в 1998 году. Это реактор с графитовым замедлителем и гелиевым охлаждением. с рабочей температурой 950 ° С. Он предназначен для применения в химических процессах, таких как термохимическое производство водорода. Топливо представляет собой частицы с керамическим покрытием, встроенные в шестиугольные графитовые призмы.

Этот реактор предназначен для создания коммерческой системы для установок гелиевого охлаждения второго поколения, работающих при высоких температурах, для промышленного применения или для привода газовых турбин прямого цикла. Ожидается, что к 2015 году к HTTR будет подключен завод по производству йода и серы, производящий 1000 м³ / час водорода, чтобы подтвердить эффективность интегрированной производственной системы.

Прогресс Японии как крупного производителя ядерной энергии

достигнут, несмотря на то, что она является одной из самых сейсмически активных стран в мире. Землетрясения часто приводили к остановке электростанций, все из которых выжили без повреждений и были вновь введены в эксплуатацию. Японские землетрясения, как правило, не очень сильны. Но в 2006 году мощное землетрясение в 200 км к северу от Токио имело эпицентр в нескольких километрах от электростанции Касивадзаки Карива.



5.7: Касивадзаки Карива, Япония: крупнейшая атомная электростанция ТЕРСО с двумя примерами усовершенствованного реактора кипящей воды GE слева внизу. (Фото предоставлено ТЕРСО)

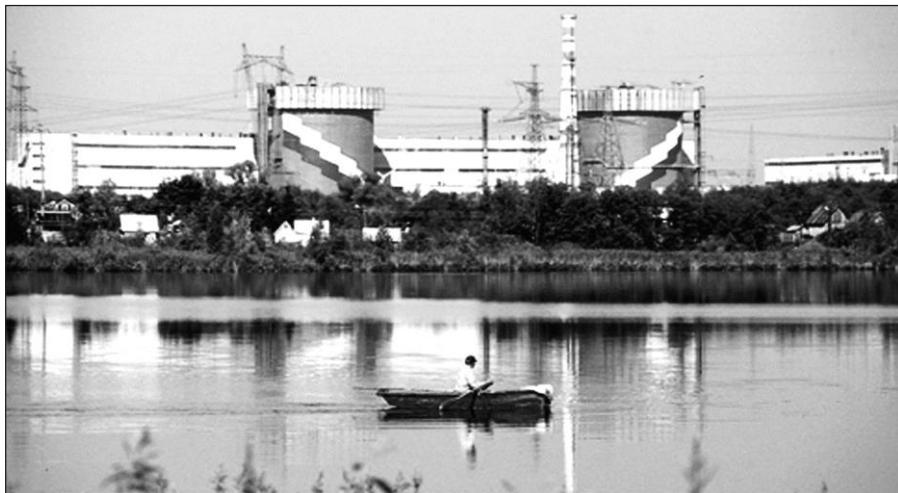
Станция немедленно сработала, и хотя проверка показала, что ядерные системы не были повреждены, здания были повреждены, и за последние два года вспыхнуло несколько небольших пожаров. В мае 2009 года власти префектур дали согласие ТЕРСО перезапустить энергоблок № 7, один из двух усовершенствованных реакторов кипящей воды GE на площадке. Это должно было начаться около 15 мая, и это будет серия испытаний с постепенным увеличением уровня мощности. Как только будет достигнута полная мощность, перед возвратом к полной коммерческой эксплуатации будет проведена официальная государственная проверка. В случае успеха ТЕРСО увидит сокращение закупок топлива на 70 миллиардов и сокращение выбросов парниковых газов на 5 миллионов тонн в год.

Россия является страной с большей частью населения к западу от Урала и большей частью своих энергетических ресурсов на востоке в Сибири. Во времена Советского Союза атомные станции были установлены в европейской части России и на Украине, а ряд блоков был продан его государствам-клиентам в Восточной Европе, на Кубе, а также в Финляндии.

В настоящее время атомная отрасль объединяется в единый конгломерат

Росатом для добычи и обогащения урана, производства топлива, строительства и обслуживания ядерных энергетических реакторов, переработки отработавшего топлива и утилизации ядерных отходов. Также в это входит оператор АЭС Росэнергоатом.

Крах коммунизма был травмирующим временем для российской атомной промышленности. Мягко говоря, они знали, что им нужно делать, но, поскольку им не платили за произведенное электричество, у них не было денег, чтобы платить операторам, выполнять техническое обслуживание или покупать топливо.



5.8: Калинин, Россия: первая станция с мощностью 1000 МВт была введена в эксплуатацию в 1984 году. На площадке находятся три действующих реактора и строится четвертая. (Фото предоставлено Росэнергоатомом)

Постепенно все было возвращено к норме с различными государственными платежами блока за эти годы, чтобы поддержать их. Но решение администрации Ельцина требовало закрыть любую атомную электростанцию, если состояние станции станет вообще опасным.

Одним из первых законов, принятых под руководством администрации Путина, было введение ядерных операторов в Росэнергоатом, который был основан в 1992 году. Дальнейшая реорганизация в 2007 году привела всю атомную энергетику в Государственную атомную компанию, штаб-квартира Росатома в Москве. Различные дочерние компании занимаются аспектами топливного цикла, строительством и эксплуатацией электростанций, а также переработкой.

В настоящее время в России имеется десять действующих площадок с 31 реактором общей мощностью 23 200 МВт. Из всех девяти ВВЭР 1000 А PWR номинально 1000 МВт. Это в Балаково (4), Калинин (3); Нововоронеж (1),

наряду с четырьмя меньшими ВВЭР 440, установленными в период с 1970 по 1981 год. Другими площадками с реактором ВВЭР 440 являются Кола (4) и Волгодонск (2). В Сосновом Бору, недалеко от Санкт-Петербурга, работают четыре реактора РБМК мощностью 1000 МВт, а еще четыре - в Смоленске.

Россия эксплуатирует полный топливный цикл и поставляет топливо и услуги по переработке для экспортных контрактов. Блок мощностью 600 МВт в Белоярске в настоящее время является единственным действующим примером реактора на быстрых нейтронах с жидким натриевым теплоносителем после закрытия станций Creys Malville и Dounreay во Франции и Великобритании, соответственно.



5.9: Брэйдвуд, Иллинойс, США. Эти две электростанции Westinghouse мощностью 1200 МВт, расположенные в 100 км к юго-западу от Чикаго, были введены в эксплуатацию в 1988 году. (Фото предоставлено корпорацией Exelon)

Он работает уже около 28 лет, и за это время он выработал более 100 ТВт·ч электроэнергии. В 2007 году было остановлено обновление турбин и систем управления, а первоначальный 30-летний проектный срок эксплуатации до 2010 года был продлен до 2025 года.

Также в 2007 году было создано совместное предприятие между Alstom и ОАО «Атомэнергомаш» для создания турбины Alstom 1500 об / мин для турбины Arabelle для российских атомных электростанций. Первый заказ был размещен в сентябре 2008 года Атомэнергопроектом для строительства нового завода в Северске, недалеко от Томска в Западной Сибири.

Это первая из серии новых станций, которая будет иметь обновленную версию ВВЭР 1000. Она рассчитана на 1200 МВт и разработана как стандартная атомная электростанция, известная как AES 2006. ВВЭР 1000 также является моделью реактора, который предлагается на экспорт. Два из них были поставлены для проекта Тяньвань к северу от Шанхая в китайской провинции Цзянсу, и еще два - в Темелин в Чешской Республике. Ведутся

переговоры с правительством Бангладеш о строительстве в стране двух реакторов мощностью 1000 МВт,

Соединенные Штаты очень осторожно следят за тем, чтобы ядерный вариант оставался открытым, и в течение последних восьми лет президентства Джорджа Буша-младшего предпринимались согласованные усилия по возрождению ядерной промышленности после краха, спровоцированного его предшественником Джимми Картером в 1979 году. только новые проекты реакторов были сертифицированы, но были выданы лицензии на новое строительство для станций, которые будут введены в эксплуатацию не ранее 2017 года.



5.10: Саскуэханна, Пенсильвания, США: на двойной станции BWR компании PPL были повышены турбины и продлен срок действия лицензии. Планируйте установить американский EPR поблизости в Белл Бенд. (Фото предоставлено PPL)

Запрет на повторную переработку и применение однократного топливного цикла, введенного в действие в то время, сохраняется. Но при администрации Буша процедуры ядерного лицензирования были пересмотрены, и лицензии New Start были предоставлены нескольким коммунальным предприятиям. в то время как было много заводов, у которых были продлены лицензии на эксплуатацию до 60 лет. Но на заднем плане находятся разработки новых конструкций реакторов, которые будут нести преимущества ядерной энергетики для небольших стран и островных сетей, которые не могут поддерживать в своей системе электростанцию мощностью 1000 МВт или более.

Три конструкции были разработаны для меньших реакторов, которые могут вписываться в меньшие сети, а также быть установлены в виде нескольких параллельных блоков для удовлетворения роста нагрузки в конкретной области. Общими характеристиками всех трех реакторов

являются низкая производительность, более высокое обогащение топлива для достижения более длительных интервалов между заправками, а также расчетный срок службы 60 лет.

Первым из них является модульный реактор с галечным слоем (PBMR) - высокотемпературный газоохлаждаемый реактор, который был первоначально разработан в Германии и внедрен в Южной Африке. Это оценивается в 160 МВт с прямым приводом газотурбинного двигателя замкнутого цикла. В нем используется топливо с диоксидом урана, обогащенное до 10%, которое остается в реакторе до шести лет.

Второй реактор, IRIS, является международным проектом по разработке меньшего, упрощенного реактора с водой под давлением, в котором теплообменники и компрессор находятся в одном сосуде под давлением.

Первоначальная конструкция рассчитана на 330 МВт, и она также имеет более высокое обогащение топлива, которое может оставаться в реакторе до четырех лет.

Третий реактор также представляет собой реактор с водой под давлением, который представляет собой конструкцию Babcock & Wilcox для модульного агрегата, собранного на заводе, мощностью 125 МВт. Сосуд под давлением содержит один спиральный парогенератор над активной зоной, а в головке сосуда установлен герметик. В реакторе используется стандартное топливо PWR с обогащением 5%, которое останется в реакторе в течение четырех лет между переобоями в перегрузке.

Особенность заключается в том, что реактор будет расположен под землей в модуле защитной оболочки, и некоторые из них могут быть установлены рядом друг с другом только с подключением пара и возвращением конденсата из турбины, которая вместе с комнатой управления будет единственной частью станции над землей. Несколько реакторов могут быть установлены на одном объекте, чтобы соответствовать росту нагрузки, как это происходит.

PBMR и IRIS имеют заявки на получение лицензии в Комиссии по ядерному регулированию. Babcock планирует подать заявку на демонстрационную установку из четырех блоков в 2011 году с вероятной датой ввода в эксплуатацию 2018 года. Администрация Теннесси-Вэлли обсуждает вопрос о возможном объекте с Babcock.

В настоящее время в стране действует крупнейший в мире атомный парк с 104 действующими реакторами и строящимся. Атомные электростанции производят 20% электроэнергии страны.

Среди двенадцати выданных лицензий New Start есть лицензии (TVA) на их сайте Bellefonte для первого Westinghouse APR1000 и на Гранд-Галф, входящий в Entergy, штат Миссисипи, где будет первый GE ESBWR.

Корпорация PPL заключила контракт с UniStar Nuclear, совместным предприятием Constellation Energy и Electricité de France, которое подало заявку на сертификацию конструкции EPR Areva, которая в случае успеха станет первым ядерным реактором иностранного дизайна, установленным в Соединенных Штатах. Цель состоит в том, чтобы подать заявку на лицензию

New Start для Big Bend рядом с существующим сайтом в Саскуэханне.

Там у PPL есть две BWR мощностью 1100 МВт, которые были введены в эксплуатацию в 1983 и 1985 годах. С тех пор лицензия на эксплуатацию была продлена до 60 лет, и паровые турбины были модернизированы в секции низкого давления, давая каждой дополнительной мощности 50 МВт.

Единственным новым дополнением к действующему ядерному флоту является второй блок TVA в баре Watt's, мощностью 1200 МВт, который планируется ввести в эксплуатацию в 2013 году. Но в апреле 2008 года Georgia Power подписала контракт с Westinghouse и The Shaw Group на проектирование, закупка и строительство двух реакторов AP1000 и связанных с ними объектов.

Georgia Power является одним из четырех акционеров существующей атомной станции Vogtle к югу от Августы, Джорджия, которая в настоящее время имеет две электростанции Westinghouse мощностью 1200 МВт, которые были введены в эксплуатацию в июне 1987 года и мае 1989 года. Новые блоки будут построены рядом с существующей станцией как блоки 3 и 4. Соглашения о планировании были заключены в конце марта 2009 года, так что к концу 2017 года можно будет приступить к работе обоих блоков.

С тех пор Westinghouse в партнерстве с Shaw Group получила заказы еще на восемь блоков на четырех площадках, каждая с двумя реакторами APR 1000. Это приведет к тому, что два китайских завода будут введены в эксплуатацию к 2014 году, а к 2018 году - три американских предприятия в Южной Каролине, Грузии и Флориде.

Развитие ядерной энергетики замедлилось в 1980-х годах, и промышленность осталась зависеть от экспорта и контрактов на обслуживание существующих электростанций. Даже тогда, когда Картер запретил переработку, иностранные операторы опасались, что новый контракт с американским поставщиком может включать в себя положения, ограничивающие эксплуатацию однократным топливным циклом, а также, помимо Японии и Кореи, франко-германской компании Areva и Атомную энергию Канады поставили большинство из немногих атомных станций, построенных за последние двадцать лет.

Атомная энергия Канады переоборудовала свой реактор CANDU в ACR1000 номинально мощностью 1200 МВт. Базовая конструкция соответствует конструкции существующих реакторов CANDU, за исключением того, что в качестве основного теплоносителя используется легкая вода, а увеличение срока службы топлива достигается при низком обогащении. Тяжелая вода используется только в качестве замедлителя, и реактор содержит примерно на 60% меньше по объему. Реактор рассчитан на использование смешанного оксидного и ториевого топлива и, как и все предыдущие конструкции CANDU, может управляться при загрузке.

Политика правительства провинции Онтарио, принятая в июле 2005 года, объявила о намерении закрыть четыре оставшихся угольных электростанции в провинции по соображениям общественного здравоохранения и заменить их двумя атомными станциями и комбинированными циклами для режима

средней нагрузки и контроля частоты. После этого объявления канадский ядерный рынок снова ожил благодаря запросам из провинций Альберта и Нью-Брансуик, а также двух заводов, запланированных для Онтарио.

Онтарио Электрогенерация с Пикерингом (8 x 540 МВт) и Дарлингтоном (4 x 935 МВт) является крупнейшим ядерным оператором в Северной Америке и предложила Дарлингтон для одной из площадок. Другим ядерным оператором в Онтарио является Bruce Power, принадлежащий консорциуму Cameco Corporation, Trans Canada и BPC Public Generation Trust. Эта компания владеет двумя электростанциями Брюса, которые вместе обеспечивают 20% электроснабжения Онтарио. Компания имеет место на своем сайте для третьей станции из четырех единиц.

Нью-Брансуик ищет другую атомную станцию, чтобы позволить им экспортировать недорогую электроэнергию в штаты Новой Англии. В Альберте Брюс Пауэр выбрал площадку в Белой Грязи, к юго-западу от Эдмонтона, для станции из 2 блоков, которая в конечном итоге может быть расширена до четырех реакторов CANDU ACR 1000.

В январе 2008 года британское правительство приняло новую энергетическую политику, которая предусматривает строительство первоначально до десяти новых реакторов из имеющихся в настоящее время конструкций. Electricité de France (EdF) планирует построить четыре из EPR мощностью 1600 МВт на существующих площадках. Другими проектами, которые следует рассмотреть, были Westinghouse AP 1000 и GE-Hitachi ESBWR и CANDU ACR 1000; но в 2008 году AECL отказались от участия в тендере на растущий внутренний рынок

Что интересно, так это то, что роль ядерной энергетики не ограничена, что говорит о том, что они заменят не только реакторы, которые сейчас работают, но также некоторые или все угольные электростанции. На самом деле, в Белой книге все же было четкое указание на то, что цель заключалась в том, чтобы положить конец выработке энергии на угольном топливе, чтобы добиться резкого сокращения выбросов парниковых газов (80%), предложенных в целевых показателях на 2050 год.

В то время британское правительство владело 35% ядерного оператора British Energy, у которого пятнадцать реакторов на восьми площадках и угольная электростанция мощностью 2000 МВт в Эггборо. Тендеры были приглашены для компании, и EdF приняла ее с третьей попытки в сентябре 2008 года. EdF является крупнейшим в мире оператором ядерной энергетики с большой клиентской базой в Лондоне и юго-восточной Англии, управляемой британской зарегистрированной компанией EdF Energy.

Первоначальное предложение EdF было отклонено Британским советом по энергетике, но было принято новое предложение на сумму 12 миллиардов фунтов стерлингов. Британское правительство получило 4,2 миллиарда фунтов стерлингов в качестве денежной выплаты за их пакет акций. Centrica будет владеть 20% British Energy и получит 20% от мощности каждого из первых четырех реакторов.

Большая часть иррациональной критики этой сделки ушла теперь, когда

она заключена, а поставщик EdF Арева является единственным западноевропейским ядерным конструктором. Кроме того, благодаря стандартизации в отношении ОРЭД, проблема, которая ставила в тупик прошлые ядерные программы, больше не существует. Есть ряд британских компаний, которые предоставили инжиниринговые услуги по контрактам Арева и, несомненно, предоставят значительный британский контент для проектов.

ТАБЛИЦА 5.4: БРИТАНСКИЕ ЯДЕРНЫЕ ПЛОЩАДКИ

<i>Площадка</i>	<i>Статус</i>	<i>Выходная мощность МВт</i>	<i>Застройщик</i>
Berkeley	Выведенный из эксплуатации	Магнокс	NDA
Bradwell	Выведенный из эксплуатации	Магнокс	EdF Development
Braystones	Новый для PWR		RWE Npower
Chapelcross	Выведенный из эксплуатации	Магнокс	NDA
Dungeness	Операционная	СМА	1320 British Energy
Hartlepool	Операционная	СМА	1320 British Energy
Heysham	Операционная	СМА	1320 British Energy
Hinkley point	Операционная	СМА	1320 British Energy
Hunterston	Операционная	СМА	1320 British Energy
Kirksanton	Новый для PWR		RWE Npower
Oldbury	Операционный	Магнокс	600 E.ON/RWE Npower
Sellafield	Выведенный из эксплуатации	Магнокс	NDA
Sizewell	Операционный	PWR	1100 British Energy
Torness	Операционная	СМА	1320 British Energy
Trawsfynydd	Выведенный из эксплуатации	Магнокс	NDA
Wylfa	Операционный	Магнокс	600 E.ON/RWE Npower

Британское правительство заявило, что оно создаст благоприятные условия для лицензирования новых атомных станций, и уже внесло законопроект об ускорении подачи заявок на получение согласия на строительство крупных объектов инфраструктуры в общественных интересах, которые в последние годы увязли в акциях протеста.

В апреле 2009 года правительство опубликовало список из одиннадцати площадок для новых атомных электростанций. Восемь из них являются действующими объектами в Англии и Уэльсе, а еще три - в Камбрии в Селлафилде, Кирксантоне и Брайстоне. Ожидается, что на всех площадках будут иметься реакторы с водой под давлением, первые четыре из которых должны быть построены в Хинкли-Пойнте и Сизевелле. Это будут два ОРЭД мощностью 1600 МВт на каждом объекте, первый из которых будет завершен в Хинкли-Пойнте в конце 2017 года.

Если будут разработаны все одиннадцать площадок, то к 2023 году будет введено в эксплуатацию 18400 МВт новой ядерной и, по крайней мере, 11000 МВт новой мощности комбинированного цикла. При этом Sizewell В будет единственной действующей атомной станцией, а Дгах - единственным оставшимся углем. увольняемое растение

Когда British Energy была приватизирована, первоначальные 26 реакторов Магнох, многие из которых находились на стадии закрытия, были переданы британскому ядерному топливу, из которого было создано

Национальное управление по снятию с эксплуатации (NDA).

У NDA есть все площадки, на которых есть только блоки Magnox, а у British Energy - те, на которых работают реакторы.

Полностью сайты NDA - это Беркли, Брэдвелл, Чапелкросс, Олдбери, Селлафилд и Вильфа. Дополнительные земли на трех участках были проданы EdF Development, 100 га в Брэдвелле, и совместному предприятию E.ON (Великобритания) и RWE Npower за 48 га в Олдбери и 178 га в Вильфе, который будет последним станций Magnox, чтобы закрыть в конце 2010 года.

В мае 2009 года Centrica завершила сделку с EdF на 1,1 млрд. Фунтов стерлингов и 20% -ную долю в British Energy, которая также включает право на 20% производства первых четырех новых реакторов EPR. EdF будет поставлять 18 ТВт·ч в Centrica в течение пяти лет с 2011 года. Взамен EdF приобрела 51% акций Centrica в бельгийском генераторе SPE.

В соответствии с этим соглашением Centrica, имеющая в настоящее время только работающие на газе мощности, обеспечивающие 58% ее энергии, получает доступ к дополнительным ядерным поставкам, которые помогают защитить ее от будущих колебаний оптовых цен на газ.

Из других пяти компаний, которые доминируют на рынке электроэнергии в Великобритании, только E.ON выбрал конкретный тип реактора. В апреле 2008 года они заключили соглашение с Areva, согласно которому они возьмут реактор ЭПР мощностью 1600 МВт в качестве стандартной установки для своих британских и других объектов по всему миру.

EPR - это франко-германский дизайн, основанный в основном на новейшем дизайне PWR, эксплуатируемом во Франции. Это тип N4 мощностью 1400 МВт, из которых четыре находятся на вооружении, по два в Чоозе и Сиво.

В настоящее время во Франции насчитывается 59 действующих реакторов, один из которых строится во Фламанвилле на полуострове Шербур. Это второй блок EPR, который строится вместе с двумя блоками мощностью 1300 МВт, начиная с 1986 года. EdF недавно заказал второй EPR для строительства в Пенли на побережье Канала, примерно в 50 км к северу от Дьеппа.

Первый из 900 МВт PWR был установлен в Фессенхайме, в Эльзасе, в 1977 году. Последними из 32 реакторов этого типа были Gravelines 5 и 6, которые были приурочены к завершению многоканальных цепей HVDC в 1985 и 1986 годах, так что их Выход может быть подан в Лондон и на юг Англии. Позднее EdF приобрела две региональные распределительные компании; Лондонское электричество и юго- восточное электричество

Скоро Франции придется начать вывод из эксплуатации некоторых из своих ранних PWR, и со временем они будут заменены до сорока ОРЭД. Но программа не будет определена до тех пор, пока блок во Фламанвилле, который должен быть введен в эксплуатацию в конце 2013 года, не будет работать в течение нескольких лет.

Южная Африка особенно интересна тем, что она взяла на себя разработку конструкции реактора с газовым охлаждением из Германии в 1990 году после того, как протест Грина там фактически исключил его.



5.11: Пелиндаба, Южная Африка, недалеко от Йоханнесбурга, является центром разработки газоохлаждаемого реактора с галечным слоем. (Фото предоставлено PBMR ltd)

Южная Африка - страна с энергетическими ресурсами в неправильном месте, без местных газовых месторождений и ограниченным гидроресурсом на реках Оранж и Ваал. Он импортирует гидроэнергию по линии постоянного тока из плотины Каборра-Басса на реке Замбези в Мозамбике.

Все угольные месторождения находятся на севере страны вокруг Йоханнесбурга, и в этом же районе есть несколько крупных угольных электростанций с длинными линиями электропередачи, питающими юг. Единственным исключением является атомная станция Кебург, расположенная на атлантическом побережье примерно в 100 км к северу от Кейптауна. Это две АЭС мощностью 985 МВт, поставляемые компанией Aeneas, которые находятся в коммерческой эксплуатации с 1984 и 1985 года, соответственно.

Проблема Южной Африки заключается в том, что для сокращения загрязнения от производства электроэнергии в условиях растущего экономического роста и спроса на энергию у них нет природного газа. Большая часть населения проживает на побережье в Натале и в провинции Кейп и вокруг Йоханнесбурга. Коберг, когда он был закончен в 1986 году, поставил большой блок генерирующих мощностей на юге, где это было необходимо.

Таким образом, ответ - ядерная энергия, но в меньших единицах, основанных на немецкой технологии модульного реактора с галечным слоем (PBMR). Это реактор с газовым охлаждением, мощностью 160 МВт с газовой турбиной замкнутого цикла в качестве выходного устройства.

Источником RBMR был реактор с газовым охлаждением мощностью 15 МВт, построенный в Центре ядерных исследований в Юлихе, примерно в 20 км к северу от Ахена, недалеко от границы с Бельгией.

Он был задуман как небольшой искробезопасный реактор такого размера, который можно было бы установить в любой точке мира, чтобы каждый мог получить выгоду от чистого источника энергии без выбросов. Когда реактор вступил в строй в 1973 году, возникла обеспокоенность по поводу кислотных дождей, которых можно было бы полностью избежать с помощью атомной электростанции без выбросов. Было также ясно, что немецкие разработчики видели в этом реактор, который можно было экспортировать по всему миру.

Это был высокотемпературный реактор с температурой газа на выходе 950 ° C. Когда он был построен, находились в разработке первые газовые турбины класса 100 МВт, работающие на синхронной скорости, которые также имели входную температуру турбины около 900 ° C, и в каком-то немецком районе работали угольные газовые турбины с замкнутым циклом. отопительные установки.

Реактор приводил в действие паровую турбину, но долгосрочная цель заключалась в том, чтобы довести коммерческую разработку до выхода газовой турбины с замкнутым циклом. Фактически, в 1976 году на Оберхаузенской теплоцентрали была установлена угольная газовая турбина с замкнутым циклом, использующая гелий.

Немецкий план состоял в том, чтобы использовать карбид тория в качестве топлива, а увеличенная версия реактора в Юлихе была построена в Хамм-Уентропе, но работала только в течение двух лет, прежде чем вступление Грина в государственную политику Германии положило конец ядерному строительству и разработке нового реактора. , К 1990 году технология Pebble Bed подошла к концу, но были и другие люди, которые изучали концепцию реактора и были убеждены в его преимуществах и в том, что у него есть потенциал для более широкого спектра промышленных применений.

Преимущество RBMR заключается в том, что он охлаждается газом и поэтому искробезопасен. Это небольшой реактор, который размещен в стальном корпусе реактора высотой всего 27 м и диаметром 6,2 м. Поэтому он имеет размер, который может быть собран на заводе

Южная Африка также является производителем урана, и, по мнению правительства, они должны использовать местный ресурс, который является единственным, который может помочь им сократить выбросы. Установки, работающие на угле, датируются 1980-ми годами и ранее, и все они работают в докритическом паровом цикле. Некоторые из них были отремонтированы и введены в эксплуатацию для удовлетворения возросшего спроса на электроэнергию на фоне быстрого промышленного роста.

Разработчики RBMR обеспечили участок, прилегающий к электростанции в Кобурге, для опытного образца, который может быть завершен к 2014 году. Но после этого Eskom, государственное энергетическое предприятие, разместило заказ на первоначально 14 блоков, большинство из

которых предназначены для установки на разные места по всей стране.

Большая разница между RBMR и обычным PWR помимо размера заключается в том, что он обладает большей способностью следовать нагрузке и, как утверждается, способен работать до 20% от полной нагрузки. После проверки в эксплуатации это дает новое измерение ядерной энергии, которая также может обеспечивать мощность при средней нагрузке, например, работать до 50% за ночь и отключаться по выходным

Westinghouse Nuclear, в настоящее время подразделение корпорации Toshiba в Японии, ранее принадлежали British Nuclear Fuels, которые являются акционерами компании RBMR. Как компания, занимающаяся проектированием реакторов, они приобрели пакет акций в течение своего времени в BNFL, а теперь работают над сертификацией реактора в Соединенных Штатах. Прототип должен быть построен в Хэнфорде, штат Вашингтон.

Но в Южной Африке, поскольку рабочие характеристики реактора распространяются по всему миру, некоторые из более поздних блоков зарезервированы для экспортных продаж. Высокая температура на выходе из реактора при 900 ° C делает его полезным в качестве источника энергии для газификатора угля. В версии с выходом паровой турбины RBMR может быть источником энергии для крупной промышленной схемы комбинированного производства тепла и электроэнергии или централизованного теплоснабжения.

Почему тогда мы должны считать ядерную энергию зеленой? У него нет выбросов парниковых газов и относительно низкое воздействие на окружающую среду. Высокая плотность топлива означает, что нагрузка вспомогательной энергии электростанции намного меньше, и в результате реакции образуется плутоний, который можно превратить в смешанные оксидные топлива для того же реактора.

Именно Соединенные Штаты лицензировали реакторы следующего поколения, в первую очередь, похоже, что они будут обеспечивать потребителей на Дальнем Востоке. Это заказы из Кореи, Японии и Китая, которые поддерживали американскую атомную промышленность. APR 1000 был сертифицирован; восемь ожидают разрешения на строительство и эксплуатацию в Соединенных Штатах. и четыре были проданы в Китай.

Стоит отметить, что ни одна страна, снабжаемая Россией реактором, никогда не разработала и не взорвала свое собственное ядерное оружие. Поставляя все топливо и отсыпая все отработавшее топливо, Россия строго контролирует топливный цикл и фактически является единственной страной, которая в настоящее время эксплуатирует реактор на быстрых нейтронах с плутониевым топливным циклом.

Европейский Союз заставил Литву закрыть два реактора RBMK в Игналине, один из которых был закрыт в 2003 году, а другой должен быть закрыт в конце 2009 года. Однако Литва находится в споре с Европейским союзом, поскольку они хотят продолжать работать в Игналине до тех пор, пока в 2015 году не будет завершено строительство нового реактора. Это международный проект, в котором Литва владеет 34%, а Эстония, Латвия и

Польша - по 22% каждый. Новый завод будет иметь два реактора, вероятно, EPR мощностью 1600 МВт.

В Азии, помимо Индии и Бангладеш, Индонезия, Таиланд и Вьетнам смотрят на атомную энергетику. Индонезия ведет переговоры с Кореей о первой атомной электростанции в центральной Яве. По сообщениям, в Таиланде EGAT ищет до четырех реакторов, которые все были бы водоохлаждаемыми реакторами в новых проектах. Вьетнам, аналогично

», ищет первоначально четыре реактора мощностью 1000 МВт на двух площадках, первый из которых будет введен в эксплуатацию в 2021 году.

Реакторы с газовым охлаждением, разрабатываемые в Южной Африке, Китае и Соединенных Штатах, привносят новое измерение в атомную энергетику, буквально, с южноафриканским проектом, рассчитанным на мощность 160 МВт, и китайским коммерческим прототипом на 200 МВт, работа которого заявлена в 2008. Помимо японского блока, единственными действующими реакторами с газовым охлаждением являются четырнадцать усовершенствованных реакторов с газовым охлаждением в Великобритании и два последних блока Magnox. Многое зависит от RBMR, разработка которого была задержана примерно на сорок лет антиядерной кампанией Green в Германии. Если можно доказать, что он является гибким в работе, то он может не только выполнять ту же нагрузку после выполнения обязанностей, что и комбинированный цикл, но также может быть установлен в небольших сетях, например на больших островах, которые могут поддерживать

блок мощностью 160 МВт, но не 1000 МВт.

В прошлом было много проблем с безопасностью, которые в основном были решены. Единственный работающий реактор на быстрых нейтронах находится в Восточной Сибири в Белоярске, но в настоящее время закрыт на техническое обслуживание и модернизацию, чтобы продлить срок его службы еще на пятнадцать лет.

Расширение ядерной энергетики потребует дополнительных перерабатывающих мощностей. В настоящее время единственные коммерческие объекты находятся в Великобритании в Селлафилде, Кап-ла-Хааг, Франция, Челябинске, России и Рокассо-Мура в Японии. Из существующих ядерных операторов лишь немногие привержены переработке и рекуперации плутония для производства смешанного оксидного топлива.

Создание Глобального партнерства по ядерной энергии дает возможность поставить топливный цикл под контроль единого глобального органа, охватывающего всех разработчиков атомной энергии и топливных служб, что должно способствовать более широкому принятию ядерной энергии во всем мире.

Дело в том, что, если не произойдет резкого сокращения спроса на электроэнергию во всем мире, что весьма маловероятно, ядерная энергия является единственной тепловой системой, которая может обеспечить электроэнергию в необходимом количестве и не выделяет при этом парниковых газов.

Комбинированный цикл

Газовый комбинированный цикл, с 1990 года, является предпочтительной электростанцией для расширения системы на большей части мира. Он имеет низкое воздействие на окружающую среду, высокую эффективность и быстро строится.

Присущая ему гибкость в работе означает, что он может служить в качестве базовой или средней нагрузки или пикового устройства в разное время своего срока службы, как и многие из них.

Но в будущем комбинированный цикл должен быть призван играть определенную роль в системе зеленой энергии завтрашнего дня. Это может быть единственный оставшийся вариант, работающий на ископаемом топливе, и он обладает наивысшей эффективностью среди всех систем выработки тепла. Принимая во внимание другие электростанции, которые будут использоваться: атомная энергия - это, в первую очередь, система базовой нагрузки, хотя будущие конструкции реакторов с газовым охлаждением будут более гибкими; Гидростанция запускается как базовая нагрузка, но гибкость работы означает, что теперь она в основном используется для средних и пиковых нагрузок; ветер имеет низкую доступность и может работать только в заданном диапазоне скорости ветра.

Таким образом, комбинированный цикл потребует для заполнения пробелов в поставках из других систем. Он покроет перебои с заправкой и техобслуживанием на атомных станциях, а также будет работать в течение нескольких лет после периодов с низким уровнем осадков при низкой выработке воды; и он будет охватывать периоды, когда ветер не дует. Это будет и впредь электростанция для промышленных теплоэлектроцентралей и систем централизованного теплоснабжения. на несколько лет вперед.

Основной комбинированный цикл включает одну или несколько газовых турбин, каждая из которых выходит в котел-утилизатор, генерирующий пар, который подается в одну паровую турбину. Пока температура выхлопных газов газовой турбины превышает 500 ° C, больше не нужно сжигать топливо, чтобы создать подходящие условия для пара, а отношение производительности газовой турбины к паровой турбине составляет примерно 2: 1, так что газовая турбина равна 280 МВт будет мощностью 130 МВт паровой турбины.

ие многих лет газовых турбин с тяжелым каркасом для наземного использования привело к неуклонному увеличению эффективности комбинированного цикла с 42% самых ранних примеров с несколькими валами, установленными в 1970 году, до 58% с нынешним единственным - блоком валов и обещание 60% от газовых турбин нового поколения, находящихся в стадии разработки.

Почти тридцать лет коммерческой эксплуатации по всему миру показали,

что комбинированный цикл является идеальной системой для немедленного сокращения выбросов при производстве электроэнергии. Если, например, 40-летняя угольная электростанция мощностью 1200 МВт будет снесена и заменена комбинированными циклами с одинаковой общей мощностью, газообразные выбросы будут примерно на 40% меньше по объему, а поскольку топливо представляет собой метан, то 44% весовые выбросы будут водяными парами. Эффективность составит около 58% по сравнению с 36% в лучшем случае для угольной электростанции 1960-х годов.

Комбинированный цикл с тремя обновальными блоками мощностью 400 МВт будет гораздо меньше на одном участке. Каждый блок занимал бы площадь около 2 га, и если бы он был построен в Соединенном Королевстве, то верхняя часть каждой трубы находилась бы на 60 м над землей, а не на 200 м, как для большой бетонной дымовой трубы станции, работающей на угле.

Охлаждающая нагрузка будет значительно меньше, поскольку общая мощность паровой турбины будет составлять всего одну треть от мощности старой паровой установки. Если бы исходная станция охлаждалась шестью большими гиперболическими градирнями с естественной тягой, они были бы снесены со старой станцией и заменены системой мокрой механической тяги или воздушным конденсатором для каждого блока нового завода.

Спустя пятнадцать лет после окончания Второй мировой войны, после открытия природного газа в Гронингене, на северо-востоке Нидерландов, первые комбинированные циклы начали появляться в Европе. Это было одно из нескольких событий, направленных на повышение эффективности выработки электроэнергии, которая тогда составляла, как правило, менее 30%, вызывая некоторую обеспокоенность, поскольку спрос на электроэнергию быстро увеличивался с послевоенной реконструкцией и повышением уровня жизни.

Были изучены различные концепции подключения газовых турбин к нагревателям питающей воды крупных паровых установок, которые повысили эффективность до более чем 40%, но в них использовались относительно небольшие газовые турбины с температурой выхлопа менее 400 ° С. Несколько схем такого типа были построены в Соединенных Штатах, но, хотя в то время они были самыми эффективными электростанциями в стране, они не прижились к коммунальной промышленности, и было построено только шесть.

Но в Европе электростанция мощностью 75 МВт, построенная в 1960 году в Корнойбурге, Австрия, имела другую конструкцию с двумя газовыми турбинами мощностью 25 МВт каждая, со своим собственным котлом-утилизатором, подаваемым в общую зону, питающую паровую турбину. Из-за низкой температуры выхлопных газов газовых турбин в их вытяжных каналах пришлось устанавливать горелки, чтобы повысить температуру пара, выходящего из котлов. Поскольку газовые турбины не работали на синхронной скорости, им приходилось приводить в движение свои генераторы через редуктор.

Эта первая установка с комбинированным циклом имела КПД 32,5%, что

было определенным улучшением по сравнению с паровой турбиной мощностью 75 МВт того времени, работающей в низкотемпературном паровом цикле без подогрева, который составлял бы около 28%. Korneuburg A был введен в эксплуатацию в 1960 году и при базовой нагрузке составлял в среднем 6000 ч / год в течение следующих 14 лет.

Но для совершенствования этой технологии должны были существовать более мощные газовые турбины, способные работать с синхронной скоростью. Более высокие температуры выхлопных газов избавили бы от необходимости дополнительного запуска, и если бы газовая турбина работала на синхронной скорости, ей не потребовалась бы коробка передач между ней и генератором.

Первые газовые турбины, работающие на синхронной скорости 60 Гц 3600 об / мин, были запущены в Соединенных Штатах в 1968 году. Пять лет спустя, во время нефтяного кризиса 1973 года, было доступно по меньшей мере пять газовых турбин 75 до 100 МВт и работающих на общих синхронных скоростях, три из которых были предназначены для сетей 50 Гц, вращающихся со скоростью 3000 об / мин.

Некоторые из ранних комбинированных циклов были созданы путем переоснащения паровых установок, многие из которых в первые годы после войны были построены с небольшими турбинами мощностью от 30 до 50 МВт. Некоторые из них были переведены с угля на нефть. Переоснащение повлекло за собой замену топочного котла на газовую турбину и котел-утилизатор.

Поскольку условия пара в новом котле должны были соответствовать требованиям паровой турбины, это неизбежно было компромиссом, и, хотя в результате был достигнут более высокий КПД, он был не таким высоким, как был бы, если бы паровая турбина была сконструирована таким образом, чтобы соответствовать тепловой мощности газовой турбины.

В 1976 году на электростанции Дрогенбос в южном пригороде Брюсселя начал работу первый в Европе комбинированный цикл с одной из крупных газовых турбин со скоростью 3000 об / мин. Газовая турбина Westinghouse мощностью 90 МВт, которая уже находилась на площадке, была оснащена вертикальным котлом-утилизатором от Cockerill Mechanical Industries (CMI) для замены топочного котла, обслуживающего одну из трех паровых турбин мощностью 37 МВт.

С самого начала он поддерживал растущую нагрузку на ядерную базу, с ежедневным пуском, остановкой и остановкой по выходным. В течение первых десяти лет он сохранял эту схему работы и в 2000 году все еще был доступен в качестве резервного устройства в бельгийской системе.

Развитие комбинированного цикла последовало за развитием газовой турбины. Большие газовые турбины имели более высокую температуру выхлопных газов и массовый расход и поэтому могли генерировать больше пара при более высоких давлениях и температуре. Кроме того, паровая турбина может быть спроектирована так, чтобы максимизировать тепловую мощность от котла со вторым вводом пара низкого давления.

По мере увеличения производительности газовых турбин к 1990 году станет возможным иметь две газовые турбины мощностью 120 МВт, поддерживающие паровую турбину примерно одинаковой мощности, с паровым циклом с двумя давлениями и КПД около 49%. Но хотя газовые турбины были разработаны в Европе и Северной Америке, рынок комбинированного цикла изначально не развивался там, а в странах Юго-Восточной Азии и Азиатско-Тихоокеанского региона.

В Соединенных Штатах применение комбинированного цикла приняло другой оборот с Законом о политике регулирования коммунальных услуг, PURPA, 1979 года. Впервые это открыло рынок для независимых комбинированных схем теплоэнергии, гарантируя текущую рыночную цену для любой избыточной проданной энергии. для общего пользования. Для квалификации завода должен был быть паровой узел, который мог бы быть большим бумажным комбинатом или химическим заводом, что-нибудь, на самом деле, с большой технологической теплотой или нагрузкой кондиционирования, таким как терминал аэропорта. Это также обеспечило рынок промышленных газовых турбин в Соединенных Штатах, из которого последовали другие разработки.

В Европе большая часть добычи угольного газа до сих пор использовалась на внутреннем рынке для приготовления пищи и обогрева помещений, что являлось деликатным политическим вопросом в отношении цены и доступности. Было принято решение преобразовать все существующие установки для производства угольного газа в природный газ, и с учетом наличия ресурсов, как тогда было известно, использование природного газа для выработки электроэнергии было ограничено.

В течение 1970-х годов людям стало известно о кислотных дождях, что объясняется наличием оксидов серы в дымовых газах, выделяющихся при сжигании многих углей. Системы десульфурации дымовых газов (FGD) были разработаны и были установлены на новых угольных электростанциях в Соединенных Штатах и Германии. Первые выхлопные катализаторы были установлены на автомобилях для восстановления оксидов азота, что также требовало неэтилированного топлива. Широкое использование газового центрального отопления в новом жилье привело к постепенному удалению угля с рынка космического отопления. Так что в это время можно увидеть начало экологической очистки.

В рамках этой тенденции в 1980-х годах газотурбинная промышленность концентрировалась на разработке камер сгорания с низким уровнем выбросов. Цель состояла в том, чтобы удалить оксиды азота, образовавшиеся в результате окисления избыточного воздуха для горения, при температурах обжига выше примерно 850 ° C. Сообщалось о значительно меньших выбросах оксидов азота (NOx) до менее чем 10 частей на миллион. Но что еще более важно, к концу десятилетия был установлен контрактный принцип, согласно которому все газотурбинные установки гарантировали бы выбросы NOx для сухого газа, составляющего 25 частей на миллион, и для нефти, равного 42 частям на миллион при впрыске воды или пара.

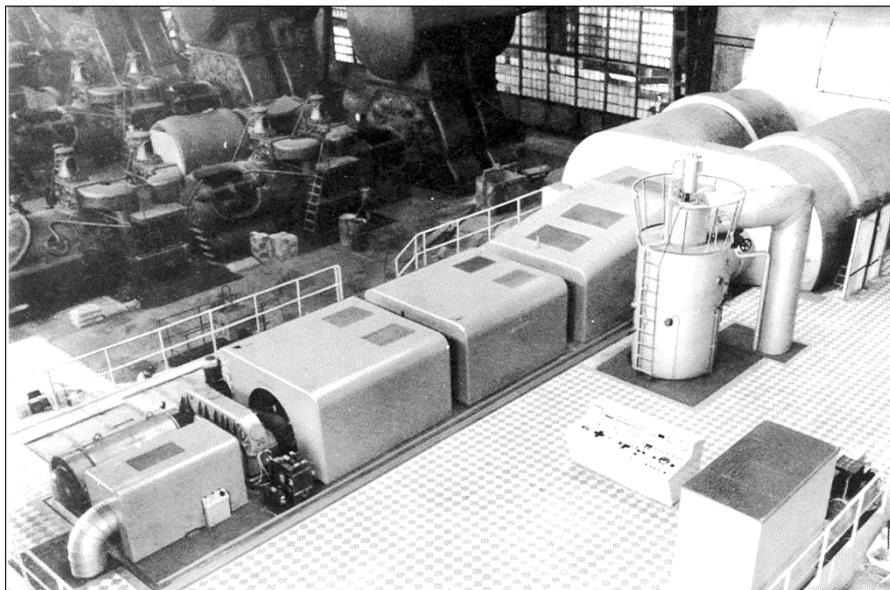
Основные меры по охране окружающей среды были установлены для комбинированного цикла с газовыми турбинами того времени, и с уменьшением конкурентоспособности угля, главным образом из-за обязательной подгонки ФГД ко всем новым электростанциям, комбинированный цикл в это время стал предпочтительным оборудованием для добавления мощности. Условие контракта на выбросы NOx сохраняется и по сей день, и есть только одна газовая турбина, модель Siemens SGT800 мощностью 45 МВт, которая может соответствовать условию NOx для нефти без впрыска воды или пара.

На протяжении 1970-х и 80-х годов были открыты и введены в эксплуатацию новые газовые месторождения в Северном море, Индийском океане, Южно-Китайском море, в Австралии и Новой Зеландии и вокруг нее, а также в Южной Америке, Северной Африке и Сибири. Природный газ поступает в 48 нижних штатов Аляски и центральной Канады.

Многие из этих новых ресурсов были близки к экономически развивающимся регионам мира. В Европе и Северной Америке темпы роста спроса на электроэнергию снизились в течение десятилетия после 1973 года, но в развивающихся странах Юго-Восточной Азии темпы роста превышали 10% и росли.

Будучи ведущей экономической державой в регионе, Японии вместе с Кореей и Тайванем пришлось импортировать все свои запасы топлива. Использование газа для производства электроэнергии с системой высокой эффективности, которая может быть построена быстро, было особенно привлекательным. Уже к 1980 году все три страны импортировали сжиженный природный газ (СПГ) из Австралии, Индонезии и Абу-Даби. В Японии существовала газотурбинная промышленность, которая была построена по американским и британским лицензиям четырем крупным энергетическим компаниям.

Первый комбинированный цикл в Японии состоялся на площадке Хигаси Ниигата, расположенной на побережье Японского моря, примерно в 300 км к северу от Токио. Он состоял из двух блоков по 545 МВт каждый с тремя газовыми турбинами Mitsubishi Type M701D и паровой турбиной, которые были введены в эксплуатацию в конце 1983 года. Шесть газовых турбин этого проекта, которые были тогда самыми большими в мире, мощностью 133 МВт, были первыми, чтобы иметь сухие камеры с низким уровнем выбросов.



6.1: Англеур, Бельгия. В 1967 году газовая турбина Sulzer N1 10 была заменена паровой турбиной мощностью 30 МВт и до сих пор доступна в качестве резервной установки в бельгийской системе. (Фото предоставлено СМІ)

На Тайване первый комбинированный цикл проходил в Тунсио, на западном побережье острова, примерно в 150 км к югу от столицы Тайбэй, с тремя блоками мощностью 400 МВт, которые первоначально сжигали тяжелую нефть. В последующие годы они будут преобразованы в природный газ, и будут добавлены еще два блока.

Примерно в то же время в Малайзии Tenaga Nasional Bhd строили комбинированный цикл мощностью 600 МВт на восточном побережье полуострова в Пака. У этого было два блока каждый с двумя газовыми турбинами GE Frame 9E и одной паровой турбиной. Находясь в Таиланде, Управление по производству электроэнергии завершало свой первый комбинированный цикл на Банг Паконг с двумя блоками по 450 МВт, каждый с четырьмя газовыми турбинами Siemens Model V94 и паровой турбиной.

К 1990 году, когда в Великобритании началось дерегулирование поставок электроэнергии и открылся европейский рынок комбинированных циклов, было бы справедливо сказать, что наибольший опыт применения новых технологий должен был быть найден в Азии. Большинство комбинированных циклов, работающих в Соединенных Штатах, были установлены в соответствии с правилами PURPA как схемы комбинированного производства тепла и электроэнергии для крупных перерабатывающих отраслей.

Когда британское правительство начало приватизировать систему

электроснабжения, рынок угольного газа был полностью переоборудован в течение более десяти лет. Количество газа, доступного для Европы, значительно увеличилось, поскольку по трубопроводу поступают поставки из британского и норвежского секторов Северного моря и из Сибири.



6.2: Рускот, Великобритания: электростанция с комбинированным циклом 220 МВт была построена в машинном зале бывшей электростанции мощностью 120 МВт около Барроу в Фернесс. (Фото предоставлено Centrica)

через Германию и Австрию, а также СПГ из Алжира, первоначально въезжающего в Испанию в Барселоне

Британская приватизация имела два эффекта: во-первых, были установлены комбинированные циклы, которые привели к закрытию большого количества старых и небольших угольных электростанций, что привело к значительному сокращению выбросов парниковых газов.

Во-вторых, было разблокирование рынка промышленного комбинированного тепла и энергии. Если бы кто-нибудь мог генерировать электроэнергию и продавать ее в сети, то отрасль могла бы построить свою собственную электростанцию для обеспечения части или всей своей электроэнергии и всего технологического пара, и, поскольку ей потребовался бы резервный источник питания для покрытия расходов на техническое обслуживание. было бы постоянное подключение к сети, что также позволило бы им экспортировать излишки электроэнергии.

Но это не было исключительно британским явлением. По мере того, как дерегулирование распространилось по всему миру, в большем количестве стран объединенный рынок тепла и электроэнергии появился на свет. До этого

почти всегда случалось так, что монолитные государственные коммунальные предприятия электроснабжения сопротивлялись потребностям в комбинированном производстве тепла и электроэнергии как способ повышения энергоэффективности. Они возражали, что если бы они построили такую установку для продажи пара, это означало бы, что они будут производить меньше электроэнергии и не смогут зарабатывать столько же от продажи пара, сколько от продажи электроэнергии.

Что изменилось, так это то, что генерация была отделена от передачи и распределения, так что компании, эксплуатирующие энергосистему, могли покупать электроэнергию у кого угодно в зависимости от мощности, цены и доступности своей электростанции.

Например, в одном случае может быть комбинированный цикл мощностью 180 МВт с двумя газовыми турбинами мощностью 60 МВт и паровой турбиной, продающими всю свою энергию через сеть распределительным компаниям; а в другом случае аналогичная установка, принадлежащая, скажем, крупному целлюлозно-бумажному комбинату, которая могла бы подавать весь свой технологический пар из паровой турбины без необходимости дополнительного сжигания и имела бы мощность более 140 МВт, что превышало бы требования к продавать в сетку более 6000 часов в год. Кроме того, КПД комбинированной теплоэлектростанции, вероятно, будет составлять не менее 70% по сравнению с 56% для комбинированного цикла.

В то время как в нескольких других странах последовала британская приватизация, некоторые из них отделили передачу и распределение от генерации и пригласили иностранных инвесторов построить новую генерирующую установку, сохранив контроль над сетью. 1990-е годы стали стабильным рынком комбинированных циклов по всему миру. Газ был дешев, и многие из этих заводов были построены для базовой нагрузки. Экономический спад в Азиатско-Тихоокеанском регионе замедлил спрос там после 1997 года, но с тех пор рост продолжался, хотя и более медленными темпами. Сегодня в Китае и Индии наблюдаются двузначные темпы роста спроса на энергию.

Соединенные Штаты были одними из последних, кто отменил регулирование, и будущие генерирующие компании покупали британские и другие энергетические компании, чтобы получить опыт либерализованного рынка электроэнергии. Точно так же европейские генерирующие компании и другие пошли в Северную Америку.

Какое-то время, между 1999 и 2002 годами, казалось, что на рынке Соединенных Штатов произойдет всплеск роста, в результате которого будет установлено большое количество комбинированных циклов, чтобы заменить большой инвентарь старой угольной электростанции, большая часть которой составляла более 40 лет.

Но в конце 2001 года американские планы прекратились из-за банкротства Enron, одной из ведущих газовых и электроэнергетических компаний, которая также сделала ряд инвестиций в другие страны, включая

одну из крупнейших в мире комбинированных систем отопления. и электростанции на северо-востоке Англии, мощностью 1800 МВт, которые подают технологический пар и электричество на химические заводы ICI Teeside.

Комбинированный цикл, работающий на газе, вначале улучшил эффективность энергоснабжения, даже с помощью одного комбинированного цикла, и достиг того, за что многие люди боролись за комбинированную выработку тепла и энергии с 1973 года и ранее. Каждая парогазовая установка, работающая на угле или масле, которая заменяется комбинированным циклом или комбинированной промышленной теплоэнергетической схемой, приводит к немедленному сокращению выбросов парниковых газов при выработке электроэнергии. Но как долго это может продолжаться?

В мире все еще есть много газа, и газ все еще сжигается на некоторых нефтяных месторождениях, хотя большая часть этого была остановлена в Северном море и в других местах, где газ можно легко добывать и продавать. С течением времени комбинированные циклы стали более эффективными, и существует вероятность 60-процентного теплового КПД только для выработки электроэнергии до 2010 года.

Развитие комбинированного цикла происходило в четыре отдельных этапа. Первыми были так называемые газовые турбины класса E, которые были запущены между 1968 и 1980 годами. Их особенным свойством было то, что они все работали на общих синхронных скоростях. К 1990 году все они были постепенно модернизированы до своих окончательных значений от 95 до 150 МВт при частотах 50 Гц, и для всех них были доступны сухие камеры сгорания с низким уровнем выбросов.

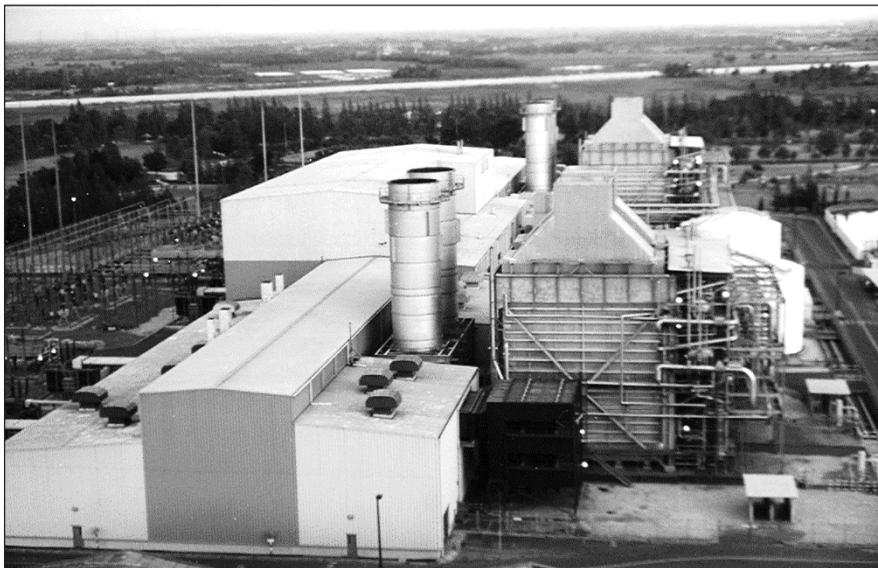
Газовые турбины класса F, объявленные в Соединенных Штатах в 1989 году и в Европе в 1992 году, были существенно более крупными машинами, а в некоторых случаях были внесены значительные изменения в конструкцию, чтобы уменьшить охлаждающую нагрузку на ткань газовой турбины, чтобы в ней было больше воздуха для разбавления пламени чтобы сохранить низкие выбросы, совместимые с теми, которые были достигнуты в более ранних машинах.

Для двух европейских производителей силосохранилища подвесных камер сгорания машин класса E были заменены полными кольцевыми камерами сгорания, подобными тем, которые установлены в больших авиационных двигателях с турбонаддувом. Сухие камеры сгорания с низким уровнем выбросов стали теперь стандартным оборудованием для всех газовых турбин, используемых для производства электроэнергии. Более высокие температуры обжига и массовый расход, с температурой выхлопа около 600 °C, позволили им поддерживать паровой цикл разогрева с тремя давлениями при условии пара высокого давления, близких к тем, что были на крупных докритических паровых установках 1960-х годов.

Оба европейских производителя одновременно выпустили модели для систем с частотой 50 и 60 Гц, рассчитанные на основе единой проектной базы.

Сделав еще один шаг, GE и Siemens разработали меньшие по размеру машины F-класса мощностью около 60 МВт с технологией масштабированных лопастей больших машин, с одинаковыми камерами сгорания и температурой обжига. Они не могли работать с синхронной скоростью и, следовательно, могли проехать через коробку передач для систем 50 и 60 Гц.

Кроме того, с появлением газовых турбин класса F переход к конфигурации с одним валом начался с того, что газовая турбина и паровая турбина приводили в действие общий генератор. Одновалный блок теперь является стандартным форматом комбинированного цикла на рынке 50 Гц. Как правило, он устанавливается и вводится в эксплуатацию в течение 24-30 месяцев, в зависимости от условий на месте.



6.3: Таиланд. Банг Паконг: второй комбинированный цикл, завершённый там в 1992 году, был первым из четырех станций, построенных EGAT с использованием общей конструкции блока мощностью 310 МВт

Один блок может быть установлен как отдельная электростанция мощностью 400 МВт, или несколько могут быть установлены на одном объекте для совместного использования некоторых общих услуг, таких как диспетчерская, высоковольтная подстанция и система очистки воды.

Единственный вал - более компактная и эффективная система. На станциях предыдущего поколения, обычно в схеме $2 + 2 + 1$, было бы три генератора мощностью 130 МВт вместо одного блока мощностью 400 МВт, что несколько более эффективно. Большая газовая турбина мощностью 250 МВт работает при более высокой температуре и имеет более высокую эффективность. Существует также возможность рекуперации тепла в паровой цикл.

Дальнейшее развитие для повышения надежности и производительности комбинированного цикла - это введение прямоточного или Бенсонского котла. По мере увеличения давления пара толщина стенок трубы и барабана должна увеличиваться, чтобы время, необходимое для нагрева воды, было больше из-за большей тепловой инерции барабана. В котле Venson нет барабана, только длинная змеевидная трубка, питаемая циркуляционным насосом, который устанавливает выходное давление, и, следовательно, объем воды меньше.

Первое использование прямоточного котла было для переоснащения паровой турбины мощностью 120 МВт на электростанции Рейнхафен в Карлсруэ в 1996 году. Это была первая коммерческая установка газовой турбины Alstom мощностью 260 МВт GT26, которая в своей первоначальной версии имела поток выхлопных газов 562 кг / с при 610°C.



6.4: Блэкстоун, Массачусетс, США: стандартный одновальный блок GT24 от American National Power с котлами Venson, включая блоки SCR для сверхнизкого выхода NOx

В результате компания American National Power обратилась к компании с просьбой разработать стандартную одновальную электростанцию для GT24 с частотой 60 Гц, которая могла бы стать торговой установкой на нерегулируемом американском рынке.

С торговым заводом не существует долгосрочного договора купли-продажи с конкретным клиентом: вместо этого, мощность выставляется на спотовом рынке на 24 часа вперед. Поскольку это зависит от наличия высокой доступности для использования наилучших рыночных возможностей, ANP требовала высокой эффективности при частичной нагрузке и

возможности быстрого запуска. В результате был получен одновальный блок мощностью 260 МВт с двухконтурным котлом с однопроходным высоким давлением. сечение на 160 бар, 565 ° С.

Особенностью комбинированных циклов GT24 является двухскоростная паровая турбина. Чтобы повысить эффективность небольших промышленных паровых турбин, подразделение турбомашин Alstom в Финспонге, Швеция, которое ранее было крупным поставщиком паровых турбин, обнаружило, что путем разделения одноцилиндровой турбины на ступени высокого и низкого давления и изменение диаметров и скоростей ротора для оптимизации эффективности каждой секции приведет к повышению эффективности турбины, даже если коробка передач будет сбрасывать выход высокого давления до синхронной скорости.

Известный как VAX, одной из первых схем в США, которая использовала эту турбину, была когенерация Richmond с комбинированным циклом мощностью 270 МВт с двумя газовыми турбинами GT11N и турбиной VAX мощностью 90 МВт, завершенной в 1991 году.

Четыре года спустя Air Products установили комбинированный цикл с одним валом для комбинированной схемы производства тепла и электроэнергии в Орландо, штат Флорида. Это был одновальный блок с GT11N и паровой турбиной VAX 50 МВт, которая была введена в эксплуатацию в 1995 году.

Компания уже искала рынок комбинированного цикла для турбины VAX и в июне 1999 года установила в Валу, штат Массачусетс, одновальный комбинированный цикл мощностью 160 МВт. Этот завод имел более мощную GT11N2 и паровую турбину 50 МВт. Dighton и подразделение Orlando до него можно считать испытательными установками, готовящимися к выпуску одноосных агрегатов GT24.

Две крупные европейские газотурбинные компании эффективно стандартизировали однобалочный блок. Но некоторые заводы были построены, чтобы оценить новые принципы. Коттам, недалеко от Ноттингема, Англия, был испытательной установкой для котла-утилизатора Бенсона, который Siemens применил к комбинированному циклу мощностью 400 МВт на базе своей газовой турбины SGT5 4000 F мощностью 280 МВт. Котел был спроектирован для работы на 160 бар с будущей, более крупной газовой турбиной, но работал только на 125 бар. G-класс был промежуточной стадией для улучшения охлаждения машин американского и японского производства с системой канюлирования в канюле. Westinghouse анонсировала W501G в 1995 году как обновленную версию своего W501F, включающую паровое охлаждение переходных каналов, соединяющих банки сгорания с входом в силовую турбину. Mitsubishi также анонсировала M501G, за которой следует более крупная модель 50 Гц, M701G.

Наконец, H-класс был запущен первым на рынке 50 Гц. Обе газовые турбины, разработанные для этого класса, рассчитаны на 330 МВт и предназначены исключительно для комбинированного цикла. Целью является номинально 500-МВт одновальный блок комбинированного цикла с КПД

более 60%.

Первые комбинированные циклы с газовыми турбинами класса E были в основном многоосными, причем большинство из них имели две газовые турбины и одну паровую турбину. Комбинированные циклы этого периода с двумя газовыми турбинами обычно варьировались от 300 до 450 МВт с наилучшим КПД от 48,5 до 52%.

Несколько были построены с тремя и даже четырьмя газовыми турбинами, особенно в Юго-Восточной Азии. Более чем с двумя газовыми турбинами есть преимущество в работе с частичной нагрузкой, поскольку только одна газовая турбина может быть остановлена в течение ночи, оставляя другие работающие с некоторой потерей производительности и КПД паровой турбины, но меньше, чем если бы одна из две газовые турбины были остановлены.

В частности, в Юго-Восточной Азии комбинированные циклы строились поэтапно из-за высоких темпов роста спроса на электроэнергию, который в некоторых странах достигал более 15% в год после 1990 года. Сначала газовые турбины будут установлены и введены в эксплуатацию, как правило, в течение двенадцати лет. месяцы с даты заказа.

Они будут работать около двух лет, пока будут построены котлы-утилизаторы и паровая турбина, а затем остановлены для подключения к котлам и ввода их в эксплуатацию и паровой турбины. Оригинальные выхлопные трубы газовой турбины были сохранены с отклоняющим клапаном в основании, чтобы они могли действовать как перепускная труба и позволяли газовой турбине работать независимо или были остановлены для технического обслуживания.

Следующее поколение газовых турбин класса F было анонсировано впервые в Соединенных Штатах в 1989 году. В целом это были более крупные машины с выходной мощностью от 150 МВт до 280 МВт для рынка 50 Гц и с температурой выхлопа около 600 ° C. , Позже были представлены уменьшенные модели F-класса, мощностью 60 МВт при 5200 об / мин и движущиеся через коробку передач.

Ранние модели этих газовых турбин F-класса предлагали немедленный прирост КПД от 52 до 55%, в частности, благодаря увеличению КПД газовой турбины, которое теперь больше, чем у паровой турбины эквивалентного размера, работающей в докритическом паровом цикле. Более высокий массовый расход и температура выхлопных газов позволяют использовать паровой цикл с тремя давлениями с подогревом. С введением этих газовых турбин и последующей модернизацией произошел переход к единому блоку вала, который благодаря тщательному управлению тепловыми потерями во всем цикле и его системам охлаждения повысил КПД до 58% на рынке с частотой 50 Гц. и с обещанием 60% с новыми газовыми турбинами класса H.

Кроме того, с более крупными газовыми турбинами мощностью более 280 МВт в моделях с частотой 50 Гц вновь возник интерес к переоснащению паровых установок, но по определенным причинам. Замените изношенный котел на установке мощностью 120 МВт, и электростанция с

отремонтированной паровой турбиной, подгоняемой путем перезапуска и других изменений, к тепловой мощности газовой турбины, может привести к значительному повышению эффективности при более высокой мощности и перемещении. завод поддержал порядок заслуг.

В Сингапуре при дерегулировании компания Senoko Power с четырьмя электростанциями на перегруженной площадке на северном побережье острова решила возобновить работу трех парогенераторов мощностью 120 МВт на своей самой старой станции 1970 года, а не строить новый комбинированный цикл. Паровые турбины были капитально отремонтированы, и каждый из трех запущенных котлов был заменен газовой турбиной GT26 и котлом-утилизатором. Первый комплект был отремонтирован примерно за три года до того, как остальные, чтобы они могли оставаться в эксплуатации до ввода в эксплуатацию газовой турбины мощностью 260 МВт. С установкой газовых турбин мощность этой первой станции была в три раза выше.



6.5 :: Коттам, Великобритания: комбинированный цикл 400 МВт с опытным котлом-утилизатором Benson. На заднем плане - угольная электростанция EdF Energy мощностью 2000 МВт

В одновальном блоке силовая передача газовой турбины, генератора, сцепления и паровой турбины представляет собой стандартную сборку. Обычно его устанавливают в собственном здании с осью силовой передачи на расстоянии около 5 метров от земли, так что вспомогательные системы могут быть установлены под ним. Мостовой кран грузоподъемностью 400 тонн проходит по всей длине здания, а проезжая часть проходит вдоль силовой передачи, что позволяет собирать и размещать крупные элементы оборудования. Конструкция воздухозаборника и разъемы генератора

установлены на другой стороне блока, чтобы не перекрывать проезжую часть, которая может служить зоной для укладки крупных компонентов во время технического обслуживания.

Вариации обычно бывают в системе охлаждения и котле-утилизаторе, которые могут зависеть от места. Котел может быть барабанного типа или однопроходного типа Бенсона, в горизонтальном или вертикальном формате. Система охлаждения может представлять собой либо влажную механическую тягу, либо гибридную / сухую гибридную установку, даже на участке реки. Гибридная система имеет сухую секцию в верхней части под вентилятором, которая первоначально охлаждает воду перед тем, как она распыляется на набивку ниже для полного охлаждения. Преимущество этой двухступенчатой системы состоит в том, что в течение большей части года видимого шлейфа не наблюдается, но если он все-таки произойдет, то он будет намного меньше.

В качестве альтернативы, воздушный конденсатор не имеет видимого шлейфа, но имеет большую вспомогательную нагрузку, поскольку блок мощностью 400 МВт с паровой турбиной мощностью 130 МВт будет иметь по меньшей мере двадцать четыре вентилятора. Таким образом, вспомогательная нагрузка несколько выше, а КПД ниже примерно на 1 процентный пункт.



6.6: Мидлоттиан, штат Техас, США: одновальный блок GT24 с комбинированным циклом и однократным котлом-утилизатором. Один из шести блоков на площадке возле Далласа, штат Техас

Большинство заводов с комбинированным циклом, заказанных в последние годы, имели форму одновального блока, в котором газовая турбина и паровая турбина движутся с противоположных концов общего генератора. Газовая турбина соединена с генератором на холодном, впускном конце и выпускается непосредственно в котел-утилизатор. На другом конце линии

расположен цилиндр низкого давления паровой турбины, который может выходить в осевом направлении в конденсатор или, в случае двухходового цилиндра, в боковой конденсатор. Мощность паровой турбины составляет около 130 МВт в конфигурации с двумя цилиндрами.

Оба класса F Alstom GT24 и GT26 имеют отношение давления 32: 1 и имеют два выпуска воздуха из компрессора для охлаждения лопаток на ступенях силовой турбины. Сначала потоки горячего воздуха пропускаются через два прямооточных охладителя, которые параллельно соединены на стороне пара между экономайзером высокого давления и выходом перегревателя. При таком устройстве газотурбинная ткань не охлаждается напрямую, поэтому прямооточные охладители всегда содержат жидкость, даже когда газовая турбина выключена.

Газовые турбины класса G с паровым охлаждением стационарных компонентов прочнее связывали газовую турбину с паровым циклом. Они были разработаны для применения при базовой нагрузке с высокой мощностью и эффективностью, а охлаждающая жидкость газовой турбины извлекается из пароперегревателя среднего давления.

Холодный поток из цилиндра высокого давления обратно в подогреватель сначала поступает в переходные детали, прежде чем присоединиться к промежуточному давлению и поступает в подогреватель.

Первая газовая турбина класса H была ответом GE на класс Westinghouse G для системы с частотой 60 Гц, но вместо этого была ориентирована на рынок с частотой 50 Гц. Рама 9H была анонсирована в конце 1995 года, и ее мощность составляла 330 МВт, и она имела бы самую высокую мощность среди всех газовых турбин, производимых до этого времени. Уникально рама 9H имеет паровое охлаждение первой и второй лопастей и вращающиеся лопасти силовой турбины. Как и в других машинах с водяным охлаждением, паровой путь через газовую турбину связан с подогревателем и потоками промежуточного давления.

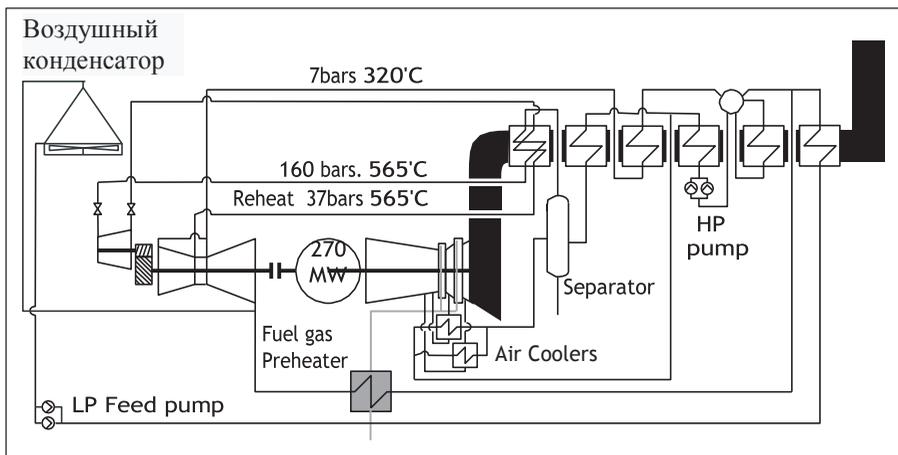
В конце 2008 года на площадке в заливе Баглан, недалеко от Суонси, Южный Уэльс, где он находился в коммерческой эксплуатации с сентября 2003 года, действовал только один каркас 9H. Залив Баглан представляет собой одно-валовый блок мощностью 480 МВт. В качестве опытного образца это был в значительной степени испытательный стенд для газовой турбины, которая провела обширные заводские испытания компонентов и систем, прежде чем она была отправлена в Великобританию, куда она прибыла на место в конце 2001 года. Она была запущена впервые время в ноябре 2002 года. Около девяти месяцев тестирования комбинированного цикла последовало до официального открытия Государственным секретарем Уэльса в сентябре 2003 года.

Спустя несколько месяцев после его ввода в эксплуатацию экономическая среда начала меняться, когда цена на нефть приближалась к 80 долларам за баррель и выше в ответ на возросший спрос со стороны растущих экономик Китая и Индии. За этим последовала цена на газ, и на некоторое время несколько комбинированных циклов были остановлены и

законсервированы, пока не появилась более благоприятная цена на газ. Здесь мы увидели, как некоторые из новейших, наиболее эффективных и экологически чистых электростанций были выведены из эксплуатации, поскольку они не приносили прибыли. На старой угольной электростанции было достаточно свободных мощностей, капитальные затраты которых были окуплены несколько лет назад, чтобы взять на себя поставки электроэнергии, пока цены на газ не вернуться к более низким уровням.

Изменяющиеся времена показали, что присущая операционная гибкость комбинированного цикла была упущена из виду в стремлении установить более эффективную газовую установку для базовой нагрузки. В прошлом паровые установки были спроектированы с учетом базовой нагрузки или средней и пиковой нагрузки, и то же самое с комбинированными циклами.

Когда был объявлен заказ на первый GT26, он должен был переоборудовать установку на паровой установке Rheinhafen в Карлсруэ, Германия. Однако давление пара при 156 бар считалось слишком высоким для котла барабанного типа, и вместо этого использовался прямоточный котел типа Бенсона, который без барабана и, следовательно, с меньшим объемом воды, может нагреваться быстрее позади газовая турбина.



6.7. Схема комбинированного цикла Alstom с одним валом для установки GT24 Merchant с котлом-утилизатором Benson и извлечением из ступеней турбины охлаждающего воздуха

Проект был перенесен на коммерческий завод с частотой 60 Гц, основанный на GT24 между Alstom и American National Power, у которого в общей сложности четырнадцать блоков, по десять на двух площадках в Техасе и по две на каждой из двух площадок в Массачусетсе. -вальный блок оснащен двухконтурным котлом Benson при 160 бар, 565 ° C, подогревом при 37 бар, 565 ° C и ступенью низкого давления барабанного типа при 7 бар, 320 ° C.

У трех других операторов Новой Англии есть еще восемь единиц между

ними. Эти двенадцать блоков участвуют в торгах в Новой Англии за 24 часа и отличаются высокой эффективностью и быстрым запуском всего за час. Но из-за этого они могут работать в часы пик, когда цены на электроэнергию самые высокие. В летнее время при высокой нагрузке на кондиционер они могут работать четырнадцать часов в день и отключаться на ночь. В другое время он может работать несколько дней непрерывно, чтобы покрыть перебои в ядерной заправке или отключение технического обслуживания на большой паровой установке.

Siemens, как первоначальный лицензиат Марка Бенсона, имеет подразделение по исследованию котлов с 1926 года и около пятнадцати лет назад разработал котел с рекуперацией тепла Benson для комбинированного цикла. Агрегат в Коттаме, Англия, был введен в эксплуатацию в 1999 году. За девять лет работы он работал в периоды базовой нагрузки, а в другое время - при средних и пиковых нагрузках с более чем 1200 пусками на сегодняшний день.

В 2005 году Siemens сделал великодушный жест, предложив лицензировать котел-утилизатор Benson всем производителям котлоутилизаторов. До настоящего времени относительно немного было заказано с четырьмя в Германии, двумя в Великобритании, одним в Нидерландах и восемью в Японии к концу 2008 года.



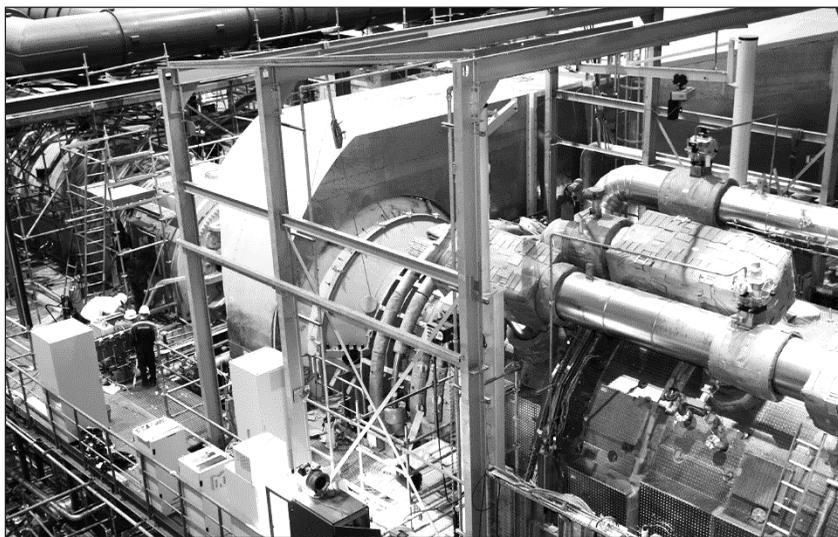
ованный цикл мощностью 480 МВт был первой газовой турбиной GE Frame 9H, которая была запущена в промышленную эксплуатацию в сентябре 2002 года

Котел Benson будет предлагаться исключительно с новой газовой турбиной H-класса Siemens мощностью 330 МВт SGT5 8000H, которая была объявлена в октябре 2005 года, а с января 2008 года проходит испытания

в Irsching, готовясь к конверсии с комбинированным циклом. Как и машина GE, она предназначена исключительно для комбинированного цикла с одним валом мощностью 530 МВт и эффективностью более 60%.

Из этого мы можем сделать вывод, что класс H определяется высокой мощностью и эффективностью 60% в комбинированном цикле. Прототип Siemens был отправлен из Берлина в апреле 2007 года на испытательный полигон в Баварии. Здесь находится паровая установка E.ON Kraftwerk мощностью 360 МВт, которая сносится после установки нового комбинированного цикла F-класса мощностью 400 МВт в 2008 году. Испытания на новой газовой турбине были завершены, проект был утвержден и выполняется преобразование в комбинированный цикл.

После почти десяти лет, прошедших после запуска двух газовых турбин класса H, SGT5 8000H совершенно другой. Он с воздушным охлаждением и предназначен для работы при средней нагрузке, как правило, с отключением на выходные или на ночь. Во время объявления быстрый экономический рост в Китае, Индии, Бразилии и России указывал на изменение структуры мирового спроса на электроэнергию.



6.9. Иршинг, Германия: Прототип газовой турбины SGT5-8000H, установленный на испытательном полигоне перед началом испытаний в январе 2008 года. (Фото предоставлено Siemens)

Население мира в 2000 году составило 6,1 миллиарда человек, а к 2020 году может достичь 7,5 миллиарда. Ожидается, что в тот же период спрос на электроэнергию вырастет с 15 500 ТВт·ч до 27 000 ТкВт·ч, но большая часть этого ожидается в новых развивающихся индустриальных странах, на которых, как ожидается, будет приходиться 45% мирового спроса в 2020 году по сравнению с 29% в 2000 году.

Siemens ожидал расширения рынка, который потребовал бы больших и более эффективных электростанций. SGT5-8000H будет продаваться только в комбинированном цикле и будет предлагаться только с котлом Benson. Во-первых, это будет для достижения быстрого запуска, а во-вторых, с более высокими условиями пара для повышения эффективности.

Оригинальный котел-утилизатор Benson в Коттаме работал только при 125 бар, что является нормальным выходом высокого давления для текущих комбинированных циклов F-класса. С газовой турбиной с выходом на 17% большей и более высокой температурой выхлопа есть возможность подняться до 160 бар с блоком H-класса.

Поскольку газовые турбины стали больше с более мощными паровыми циклами, время, необходимое для комбинированного цикла до полной нагрузки, увеличилось. Более высокие давления пара требуют более толстых труб и барабанов с, следовательно, большей тепловой инерцией. Поэтому газовая турбина, когда она начинает загружаться, должна останавливаться при частичной нагрузке, пока котел нагревается и вырабатывает требуемое качество пара для турбины. Только после этого загрузка может продолжаться.

Если газовая турбина охлаждается паром, то имеется дополнительное усложнение подачи пара на пути охлаждения, когда газовая турбина достигла около 10% частичной нагрузки. Известно, что некоторым комбинированным циклам в Соединенных Штатах требуется до трех часов, чтобы работать до полной нагрузки: это с газовой турбиной G- класса меньшей частоты 60 Гц с выходной мощностью 260 МВт. Но мы подошли к тому моменту, когда требование комбинированного цикла заключается в большей эксплуатационной гибкости на протяжении всей его жизни.

В частности, в Соединенных Штатах, где комбинированные циклы смещают базовую нагрузку в более позднем возрасте, были случаи усталостных разрушений сварных швов между трубами и барабанами на больших горизонтальных котлах в результате более частого запуска.

Котел Benson является одним из решений для новых установок, поскольку он может нагреваться так же быстро, как газовая турбина, и без барабана или большого объема воды тепловая инерция значительно ниже. Газовая турбина все еще должна ждать загрузки паровой турбины, но делает это при полной нагрузке, когда выбросы находятся на самом низком уровне.

Другие изменения вносятся для улучшения пусковых возможностей существующих установок. Частично это будет означать, что вспомогательный котел останется включенным на ночь, чтобы сохранить работу труб и теплой оболочки. Другие изменения касаются программного обеспечения управления газовой турбиной, которое ускорит его запуск.

Немного более 50 лет комбинированный цикл появился на сцене как идеальное применение газовой турбины для выработки электроэнергии. Большинство заводов по всему миру работают на природном газе, который является наиболее чистым из ископаемого топлива с точки зрения его транспортировки, подготовки на месте и отсутствия каких-либо твердых остатков, подлежащих удалению. Несколько газовых месторождений,

содержащих небольшой процент сероводорода, называют кислым газом, который поставляется исключительно по выделенной линии на электростанцию, но в целом природный газ является топливом, не содержащим серы.

Разработка газовых турбин сопровождалась производством чистых систем сгорания с низким содержанием оксидов азота и окиси углерода. Но самый большой выигрыш - эффективность производства электроэнергии. Мало того, что комбинированный цикл более эффективен, газовые турбины, приводящие его в действие, теперь более эффективны, чем самая большая из подкритических паровых турбин.

Задача, стоящая сейчас в Европе, состоит в том, чтобы заменить мощности, которые должны быть закрыты в 2015 году. Это особенно важно в Великобритании, где к 2023 году большинство из оставшихся в эксплуатации угольных и ядерных установок будут выведены из эксплуатации.

В апреле 2009 года восемь электростанций с комбинированным циклом общей мощностью 10 525 МВт либо находились в стадии строительства, либо ожидали согласия со всеми, кроме второй станции Drakelow, которые планировалось ввести в эксплуатацию до конца 2015 года.

ТАБЛИЦА 6.1. ПРОГРАММА ПО КОМБИНИРОВАННОМУ ЦИКЛУ ВЕЛИКОБРИТАНИИ В 2009 ГОДУ

<i>Застройщик</i>	<i>Площадка</i>	<i>Выходная мощность МВт</i>	<i>Газовая турбина</i>	<i>Дата</i>
RWE Npower	Staythorpe	1650	4 x GT26	2009
Centrica	Langage	800	2 x GT26	2009
E.ON (UK)	Isle of Grain ¹	1275	3 x GT26	2010
RWE Npower	Pembroke	2000	5 x GT26	2012
EdF Energy	West Burton	1350	3 x Frame 9FA	2013
Scottish Power	Damhead Creek	1000	В ожидании согласия	2014
E.ON (UK)	Drakelow	1275	н/п	2015
E.ON (UK)	Drakelow ²	1275	В ожидании согласия	2017
Norsea Pipelines	Seal Sands ¹	800		2011
Итого		10625		

¹ Комбинированные тепловые и энергетические схемы для терминалов СПГ

² Заявка на удвоение мощности станции к 2017 году

Все пять станций, строящихся в 2009 году, выполнены в виде двух или более блоков с одним валом мощностью около 400 МВт, которые с номинальной мощностью 7550 МВт, которые будут введены в эксплуатацию к 2015 году, будут больше, чем закрытие станций, запланированное на конец этого года. В любом случае эти старые угольные электростанции ограничены в своей производительности, пока они не будут закрыты.

Завод «Остров Зерна» - это комбинированная теплоэнергетическая система, которая использует горячий конденсат для испарения СПГ на

соседнем терминале. Согласие на строительство второго завода такого типа было присуждено Norseia Pipelines Ltd, которая будет построена рядом с их газовым терминалом в Сил-Сэндс на северо-востоке Англии.

Участок Scottish Power в Damhead Creek - это существующий комбинированный цикл, который они взяли на себя в 2008 году. Они подали заявку на согласие на строительство второго завода на площадке. Это будет четвертый комбинированный цикл на острове Зерновой, который обеспечит замену мощности для угольной электростанции в Кингсворте, которая в 2015 году отключится по условиям LCPD.

Комбинированные тепло и энергия, действительно сняли с дерегулирования электроснабжения во всем мире, и добились значительного улучшения в экономике производства, где бы она ни применялась. Газовая турбина особенно подходит для этих применений с высокой температурой выхлопа.

Вот почему газ должен рассматриваться как зеленый вариант на будущее. Однако он использовался по-разному во всем мире. В развивающихся странах Юго-Восточной Азии и Тихоокеанского региона он использовался для поддержки роста нагрузки. В Европе и Северной Америке он использовался частично для поддержки роста нагрузки, а также для обеспечения промышленности теплом и электроэнергией. В сочетании тепла и энергии еще более высокая эффективность также способствовала значительной экономии промышленных выбросов парниковых газов.

Считалось, что при их запуске комбинированные циклы имели срок службы около 25 лет, что было более или менее подтверждено Korneuburg B в Австрии, когда он сломался в 2004 году. Он был введен в эксплуатацию в 1981 году. Производитель, который теперь входит в состав Alstom, имел на своем берлинском заводе новый термоблок для газовой турбины GT13D, который был построен по заказу, который впоследствии был отменен. Новый блок заменил блок Корнойбург, и, кроме того, была установлена камера сгорания с низким уровнем выбросов, а также была проведена модернизация силовой турбины, после которой она вернулась к эксплуатации в следующем году.

Теплоэлектростанция Teesside мощностью 1835 МВт в настоящее время находится в совместной собственности GdF Suez, в которую входит компания Electrabel, которая является действующим оператором. План состоит в том, чтобы заменить некоторые из восьми газовых турбин мощностью 133 МВт, которые эксплуатируются с 1993 года, четырьмя газовыми турбинами мощностью 300 МВт, и заменить две паровые турбины новыми блоками мощностью 340 МВт, что фактически составит два блока комбинированного цикла мощностью 940 МВт. Выходная мощность станции останется прежней, но эффективность будет выше. Те же операции будут продолжаться с основной подачей электроэнергии и пара на химические заводы и продажей электроэнергии в сеть.

GdF Suez планировал модернизацию, чтобы повысить конкурентоспособность станции, одновременно поддерживая базовые услуги для своих существующих промышленных и коммунальных клиентов. Он

будет проводиться в три этапа, причем первые два этапа будут касаться строительства новых блоков, а также закрытия и удаления последней из исходных газовых турбин. Ожидается, что восстановление будет завершено к 2014 году.

Все больше комбинированных циклов будет проходить через 25 лет после 2015 года, и хотя некоторые из них могут быть оснащены комплектами модернизации для камеры сгорания и силовой турбины, чтобы продлить их срок службы при незначительно более высокой производительности, некоторые, вероятно, будут остановлены и заменены на более эффективные единицы.

Многие из тех, которые были построены с 1995 года, были разработаны в основном для базовой нагрузки в то время, когда газ был дешевым. Но их замены потребуются для более разнообразных обязанностей в будущем. Если мы посмотрим на другие варианты выработки электроэнергии, то не найдется ни одного столь же универсального и гибкого в работе, как комбинированный цикл.

Атомная электростанция рассчитана на работу с базовой нагрузкой, и многие из них работают непрерывно от одного перебоя в перегрузке до следующего, и, поскольку обычный перерыв в заправке занимает до четырех недель, это также время для обслуживания турбооборудования и вспомогательного оборудования. Атомные станции не могут выдерживать большие и частые изменения нагрузки, хотя новые конструкции реакторов с газовым охлаждением могут иметь аналогичную эксплуатационную гибкость.

Крупные угольные электростанции сверхкритического давления с котлами Benson рассчитаны на работу при базовой нагрузке до 7000 часов в год. Они могут следовать за нагрузкой и иметь большой запас вращения. Они могут поддерживать сезонные изменения нагрузки, например, если они отправляют пар в конденсаторы центрального отопления в зимние месяцы. Если они не работают по выходным, их можно относительно быстро перезапустить для утреннего пика в понедельник.

Но продолжение использования угля даже с концепцией интегрированного газогенератора с комбинированным циклом (IGCC) проблематично и даже более, если учесть улавливание углерода. Предварительные конструкции IGCC имеют более низкую эффективность, чем большая паровая установка сверхкритического давления, и самую высокую вспомогательную нагрузку среди всех производимых электростанций.

Энергия ветра доступна только тогда, когда ветер дует в определенных пределах скорости и вырабатывается большим количеством небольших блоков, не все из которых могут работать одновременно. Таким образом, ветряные электростанции должны иметь резервную мощность, что означает комбинированные циклы для быстрого реагирования.

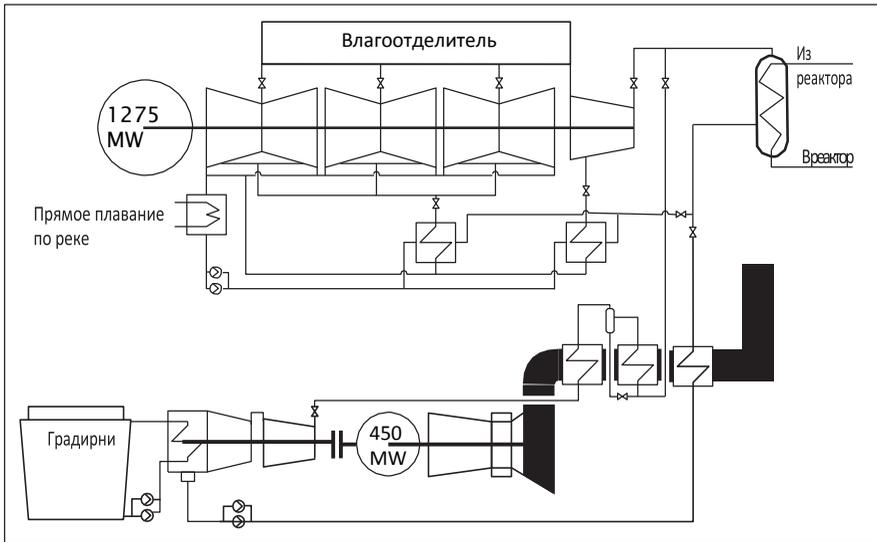
За последние 20 лет эффективность комбинированного цикла настолько возросла, что некоторая выгода была бы получена путем замены некоторых ранних установок более современными. Ранние установки с классом E были

многоосными, большинство с двумя газовыми турбинами и паровой турбиной с мощностью от 350 до 450 МВт и КПД от 48,5 до 52%. Завод по замене может быть одноосным блоком класса F мощностью 400 МВт с КПД 58%, или к 2015 году может быть вариант с одноосным блоком класса H мощностью 530 МВт и КПД 60%.

Таким образом, европейский рынок газовых турбин начинает появляться за пределами Испании и Италии, на которые с Турцией приходилось большинство последних заказов на комбинированные циклы. Некоторые из новых комбинированных циклов определенно заменят старые электростанции, некоторые из которых были снесены только недавно.

Некоторые из них поставляются с котлами Benson для гибкости. Действительно, комбинированный цикл, заказанный для промышленной площадки Sloe в Роттердаме, был заказан с котлами Benson, потому что владельцы, партнерство Delta NV и Electricité de France, решили, что завод не будет работать в одночасье, потому что с текущей ценой на газ и низкой ценой ночной груз будет не выгодно его запускать.

Но если энергосистема будущего состоит из атомных станций, ветрогенераторов и некоторых гидроэлектростанций, для работы в средней нагрузке потребуются комбинированные циклы, и они вполне могут работать при ежедневном отключении и не более 5000 часов работы в год.



6.10: Предложение по интегрированному реактору и комбинированному циклу для обеспечения дополнительной производительности с использованием комбинированного цикла для обеспечения нагрева питающей воды для реактора

Одно исследование, проведенное консультантом Parsons Brinkerhof в их отделении в Манчестере, Великобритания, было посвящено объединению

комбинированного цикла с реактором с водой под давлением; Интегрированный реактор и комбинированный цикл (IRCC).

Реактор производит пар при 60 бар с влажностью около 0,5% и предварительно нагревает питательную воду с помощью отводов из паровой турбины. Если отбираемый пар направляется вместо этого в котел с комбинированным циклом, он должен быть перегрет только для выработки большей мощности. Конденсат комбинированного цикла затем возвращается в низкотемпературную секцию котла-утилизатора, которая действует как отдельный подогреватель и возвращает его в реактор при требуемой температуре.

Идея предложена для существующего реактора на 1200 МВт в Соединенных Штатах, который был повторно лицензирован. Но договоренность в равной степени могла быть достигнута с новым реактором. Как комбинированный цикл, так и реактор могут работать по отдельности и переключаться между раздельной и комбинированной работой под нагрузкой.

Такое расположение может использовать гибкость комбинированного цикла для удовлетворения различных условий нагрузки в течение дня. Реактор будет работать непрерывно при базовой нагрузке, и каждое утро в будний день запускается комбинированный цикл, который начинает работать от нагревателей с ядерной подачей и работает до 14 часов в день, прежде чем он выключается, а реактор принимает на себя нагрев сырья в течение ночи. Другими словами, существует ядерная генерирующая система мощностью 1200 МВт, которая способна увеличить мощность на 33%, посылая свою питательную воду для нагрева внешней тепловой системой.

Комбинированный цикл, конечно, сможет работать сам по себе во время дозаправки и технического обслуживания АЭС. Но это был бы не обычный комбинированный цикл. Объем отбираемого пара будет определять мощность котла с комбинированным циклом, поэтому для газовой турбины класса F, такой как Siemens 189 МВт SGT6 5000F, это может быть котел Бенсона с одним давлением и отдельным подогревателем конденсата для того же объема воды.

При работе самостоятельно комбинированный цикл должен был бы частично испарять пар с энергией выхлопа газовой турбины. Для обычного комбинированного цикла с этой газовой турбиной паровая турбина будет иметь номинальную мощность около 90 МВт: для ядерной линии она будет рассчитана на мощность более 200 МВт и будет работать независимо при частичной нагрузке около 35% без ядерной нагрузки.

В Южной Европе и Северной Африке любая страна, фактически имеющая потенциал для паровой электростанции, работающей на солнечной энергии, схожим соединительным устройством между солнечным котлом и комбинированным циклом, снова увеличила бы выход комбинированного цикла в дневное время, что в основном, когда комбинированный цикл будущего будет необходимо действовать. Одна такая схема строится в Марокко с помощью солнечного парогенератора, который направляет часть своей мощности в комбинированный цикл.

Помимо этих специальных комбинированных систем, будущий комбинированный цикл должен быть гибкой системой для заполнения пробелов в поставках, вызванных перебоями в обслуживании и возобновляемыми источниками энергии.

Возможность быстрого запуска будет иметь важное значение для комбинированных циклов будущего. Они могут быть не такими быстрыми, как некоторые из ранних установок с газовыми турбинами класса E, где условия пара были ниже, а котлы нагревались быстрее. Но комбинированные циклы с котлами высокого давления Benson в Соединенных Штатах могут нагреться до теплого старта примерно через час.

Комбинированный цикл будущего, вероятно, будет представлять собой одновальную установку с котлом-утилизатором Benson. Он не только нагревается так быстро, как газовая турбина до полной нагрузки, но и в ожидании, пока паровая турбина достигнет синхронной скорости, газовая турбина будет работать при полной нагрузке с минимальными выбросами NOx.

Чем выше номинальная мощность газовой турбины, тем выше объем и температура выхлопных газов, и теперь, по крайней мере, у пяти моделей с температурами выхлопных газов, значительно превышающими 600 ° C, существует возможность для более широкого использования котла с рекуперацией тепла типа Benson. Это даст более быструю пусковую способность, а при более высоких условиях пара улучшит эффективность комбинированного цикла. Чтобы значительно повысить КПД 60%, потребуются высокие давления пара с газовой турбиной, способной их поддерживать.

Но простота также требуется в конструкциях газовых турбин для обеспечения простоты обслуживания. Может существовать возможность улучшить конструкцию камеры сгорания, чтобы можно было снизить выбросы при еще более высоких температурах, чтобы в котле-утилизаторе больше не требовалось устанавливать модули селективного каталитического восстановления.

Из этого можно сделать вывод, что комбинированный цикл будет важным компонентом зеленой энергетической системы, и не только из-за ее высокой эффективности. Это говорит о том, что в будущем, чтобы получить максимальную выгоду от комбинированного цикла, он должен быть рассчитан на гибкую производительность в течение всего срока службы. Может потребоваться выдержать базовую нагрузку в течение первых нескольких лет, но она должна быть спроектирована таким образом, чтобы она могла продолжать работать с той же надежностью, что и устройство со средней нагрузкой и пиковой нагрузкой, до конца своей жизни.

Новые энергетические технологии

Для создания зеленой энергетической системы существует ряд разработок, которые должны быть доведены до коммерческого применения. Это не приложения, предназначенные исключительно для одной страны, а скорее предназначенные для того, чтобы принести пользу чистых эффективных энергетических технологий всему миру.

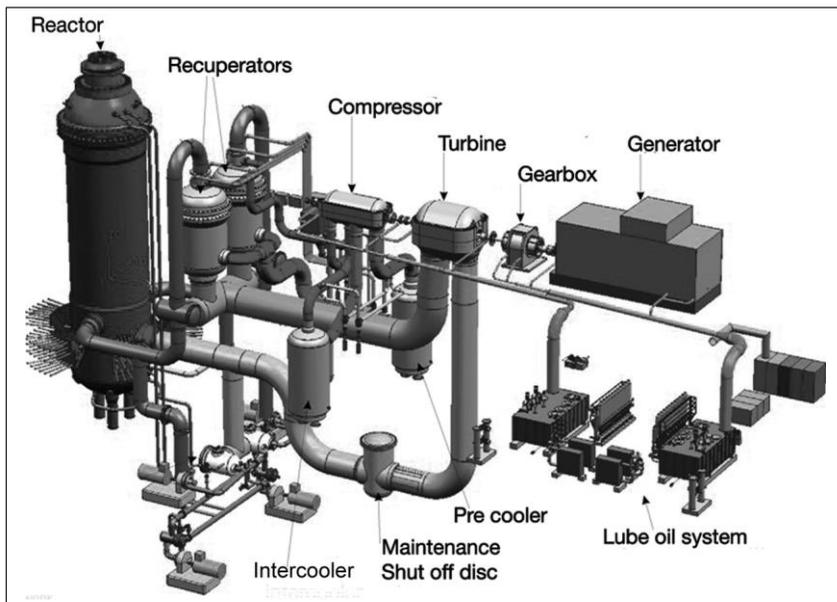
Особую озабоченность вызывает рост стоимости топлива и сырья, что, конечно, влияет на стоимость строительства. Генерирующим компаниям нужны более мелкие генерирующие установки, которые дешевле строить и эксплуатировать, и это породило ряд идей в области ядерных технологий для разработки меньших реакторов, которые можно установить в любой энергосистеме в мире.

Без выбросов и относительно низкой стоимости топлива у ядерной энергетики есть все для этого. Два небольших реактора, один с газовым охлаждением, а другой - реактор с водой под давлением, находятся на переднем крае этих разработок и являются международными проектами с целью коммерческой эксплуатации до 2015 года.

Модульный реактор с галечным слоем, разрабатываемый в Южной Африке, Китае и США, представляет собой единую универсально применимую систему с потенциалом для широкого спектра технологических применений. Это относительно небольшая установка мощностью около 160 МВт, и первая из них в Кобурге, Южная Африка, должна быть введена в эксплуатацию в 2014 году.

Разработка началась в Германии, и был построен коммерческий прототип мощностью 300 МВт, но он работал только в течение двух лет, прежде чем решительный антиядерный протест Грина привел его к завершению и вынудил отказаться от технологии.

Если и есть какое-либо лучшее доказательство того, что движение Зеленых - это не что иное, как экономические диверсанты, то это так. Из опытного образца 15 МВт в Юлихе и двухлетней эксплуатации в Хамме был получен достаточный опыт, чтобы показать, что он искробезопасен и может быть построен в таком размере, который можно было бы переносить в сеть электроснабжения в любом месте, которое может поддерживать генераторную установку 200 МВт.



7.1: Эта модель показывает расположение реактора с галечным слоем, предназначенного для выработки электроэнергии с выходом газовой турбины замкнутого цикла. (Схема предоставлена PBMR Ltd)

Это было бы ответом на решение проблем выбросов от топливных электростанций в то время, когда очистка окружающей среды действительно началась с опасений по поводу кислотных дождей и растущего рынка неэтилированного бензина.

Если бы разработка продолжалась в Германии, то вероятность того, что ряд этих реакторов сейчас будет в эксплуатации; некоторые даже на больших островах. Будучи маленькими и стандартного дизайна, они имели бы большую степень заводской сборки. Генерирующая установка нового завода - газовая турбина с замкнутым циклом, которая разрабатывается в Японии компанией Mitsubishi Heavy Industries.

Разработка финансируется на 85% Южно-Африканской корпорацией промышленного развития и государственной коммунальной службой Eskom, которые разместили заказ на 14 единиц PBMR после успешной эксплуатации коммерческого прототипа. Остальные 15% принадлежат компании Westinghouse, которая, переняв ее у British Nuclear Fuels, теперь ищет сертификат реактора в Соединенных Штатах.

PBMR как коммерческий прототип мощностью 160 МВт содержится в стальном сосуде высокого давления диаметром 27 x 6,2 м. Он имеет графитовую облицовку толщиной 1 м, которая служит внешним отражателем, и она просверлена вертикально, чтобы принять управляющие стержни.

Графитовая колонна на оси сосуда высокого давления действует как

внутренний отражатель, создавая тем самым кольцевое газовое пространство для циркулирующих топливных камешков.

Конструкция топлива основана на оригинальной гальке, произведенной для немецких проектов Nukem GmbH и изготовленной на новом заводе в Пелиндабе, недалеко от Претории. При полной мощности завод может производить 270 000 топливных камешков в год.

Каждая галька представляет собой сферу диаметром 60 мм и содержит 9 г диоксида урана, обогащенного до 10%. который образует ядро, состоящее из 15000 частиц с покрытием, которые смешиваются с графитом и фенольной смолой, образуя сформованную сферу диаметром

50 мм. К этому добавляется внешний структурный слой из углерода толщиной 5 мм, который затем точно обрабатывается до диаметра 60 мм. Обратите внимание на гораздо большее обогащение топлива до 10%, что обеспечивает большее выгорание топлива, которое не остается в фиксированном положении в реакторе. Каждый камешек движется случайным образом по мере прохождения вниз по сосуду. Когда галька покидает дно реактора, измеряется реактивность, чтобы определить степень выгорания, и если она не израсходована, она возвращается в верхнюю часть реактора. Каждый камешек должен пройти шесть раз через реактор.

Полная загрузка топлива реактора составляет 4,1 т, что составляет около 45 000 камней. При работе активная зона напоминает псевдооживленный слой с галькой, медленно движущейся по реактору сверху вниз в течение периода около трех месяцев. В течение расчетного срока службы 40 лет реактор будет использовать около 60 тонн топлива.

Газообразный гелиевый теплоноситель поступает в реактор при 91,5 бар при 500 ° C и выходит при 900 ° C для входа в турбину, которая приводит в движение генератор со скоростью 3000 об / мин через коробку передач. Газ покидает турбину при 26 бар при 500 ° C и возвращается через рекуператор, прежде чем войти в две ступени компрессора, разделенные промежуточным охладителем, и затем в реактор.

Как и предполагалось, более чем одна из реакторных систем может быть установлена на параллельных осях, как крупные паровые турбины прошлого. Их можно устанавливать в одном здании с интервалами, чтобы следить за ростом нагрузки, или их можно устанавливать отдельно на промышленных площадках.

Планируется три варианта реактора. Во-первых, это генерирующая установка, которая является насущной потребностью. Это 160 МВт при эффективности 41% и применимо к любой частоте системы. Строительство прототипа будет завершено к 2013 году до загрузки топлива и с нагрузочными испытаниями, которые будут завершены в 2014 году.

Вторая версия заменяет генераторную установку, и вместо рекуператоров используются два гелиевых / гелиевых высокотемпературных теплообменника. которые предназначены в качестве источников тепла.

Выходной контур гелия обеспечивает дополнительный барьер для

газового контура, проходящего через реактор. и подключается к технологическим теплообменникам

Реактор мощностью 160 МВт имеет тепловую мощность от 400 до 500 МДж / с. Реактор такого размера может быть использован для обеспечения технологического тепла для таких применений, как газификация угля, производство водорода и отгонка нефти из битуминозных песков. Все эти процессы в настоящее время используют уголь или природный газ в качестве топлива и сырья.

Низкотемпературный вариант реактора имеет выходную температуру 700 ° С, что делает его применимым к более широкому кругу процессов. В случае электрогенерирующей станции тепло, выходящее из рекуператоров и промежуточного охладителя, аналогичным образом доступно для применений с более низкой температурой, таких как централизованное теплоснабжение или опреснение.

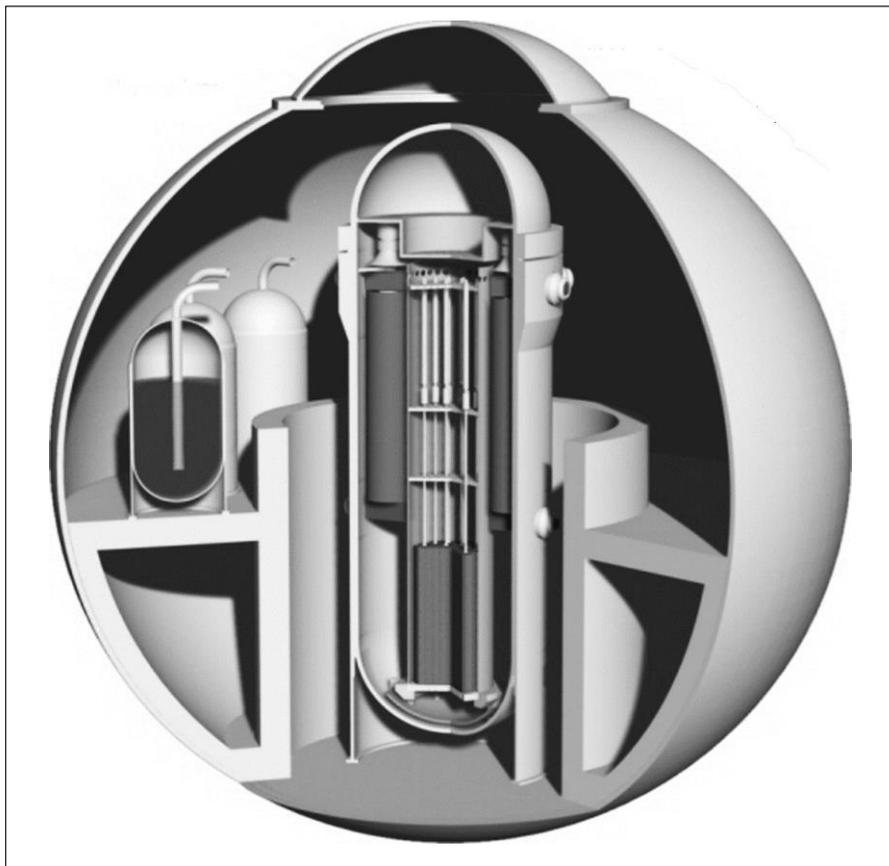
Но все это в будущем, хотя у нас в PBMR очень универсальная ядерная система, которая будет доступна в небольших размерах и будет применима как для производства электроэнергии, так и для широкого спектра промышленных применений.

Общественность должна понимать, что ядерный реактор с газовым охлаждением не такого типа, как на острове Три Майл или в Чернобыле; что он по своей природе безопасен, не использует воду и может быть установлен намного ближе к населенным пунктам, чтобы использовать преимущества применения в промышленных комбинированных схемах тепло- и электроснабжения, и он полностью свободен от выбросов при работе.

В этой ситуации также было бы более эффективно использовать существующую энергетическую систему, особенно если бы она заменила существующую электростанцию, работающую на угле. Почти наверняка промышленная атомная электростанция будет принадлежать и эксплуатироваться поставщиком электроэнергии, поскольку у него будут ядерные техники для эксплуатации и технического обслуживания, чего не будет у клиента, а также для обеспечения резервного питания для покрытия отключений реактора, как в случае со многими промышленными газотурбинными электростанциями сегодня.

Другое приложение PBMR предназначено для выработки электроэнергии на островных коммунальных предприятиях, таких как Кипр, Маврикий, Шри-Ланка, Гавайи и крупные Карибские острова. Это все места с относительно небольшими сетями, которые до сих пор не могли нести большой ядерный блок. С одним или двумя PBMR коммунальные службы смогут отключить существующие тепловые установки в системе. Возможность отслеживания нагрузки также будет преимуществом в островной сети.

PBMR - не единственный проектируемый реактор с газовым охлаждением, кроме китайского проекта, Westinghouse с PBMR Ltd имеет контракт на использование реактора для производства неуглеродного водорода, что может привести к применению одного из южноафриканских проектов. реакторы в США до 2020 года.



7.2: Реактор IRIS мощностью 300 МВт имеет нагнетатель в головке сосуда и парогенераторы, расположенные вокруг активной зоны реактора внутри сосуда

Небольшой реактор с водяным охлаждением, предназначенный для некоторых из тех же маркеров, что и PBMR, но с почти удвоенной генерирующей мощностью, - это IRIS, реактор с водой под давлением 330 МВт, разрабатываемый международным консорциумом из двадцати стран, являющихся членами Глобальной системы. Партнерство по ядерной энергии.

Базовая конструкция реактора разработана компанией Westinghouse и вытекает из конструкции AP 600, которая уже получила сертификацию США. Отличие IRIS от других PWR заключается в установке компрессора, циркуляционных насосов парогенераторов и приводов управляющих стержней внутри корпуса реактора. Цель состоит в том, чтобы спроектировать реактор меньшего размера, который будет безопасен и дешевле в

эксплуатации и обслуживании. Из двух стран, поддерживающих проект, две страны - Россия и Литва - рассматривают возможность комбинированного использования тепловой и электрической энергии, а Россия изучает опреснение воды и центральное отопление Литвы.

Говорят, что реактор включает безопасность по конструкции. Таким образом, единственное большое проникновение в сосуд - это подвод питательной воды и подключение пара из парогенераторов. Герметик установлен в верхней части корпуса реактора, а восемь парогенераторов расположены вокруг активной зоны реактора с циркуляционным насосом, установленным в верхней части каждого из них. Единственные другие проходы в корпусе реактора предназначены для кабельных соединений с приводами управляющих стержней и циркуляционными насосами.

По сравнению с новым AP1000 PWR, который в настоящее время находится в производстве и представляет собой реактор петлевого типа, IRIS имеет намного больший нагнетатель давления в головке корпуса реактора, который при общем объеме 71 м^3 в 1,3 раза превышает объем внешнего нагнетателя давления в корпусе реактора. AP1000. Однако ядро IRIS составляет всего одну треть от размера более крупного реактора.

Корпус реактора IRIS больше, чем у AP1000, для размещения модулей парогенератора, с внутренним диаметром 6,2 м и общей высотой 21,3 м. Но он установлен в сферическом защитном сосуде диаметром 25 метров. Корпус реактора содержит активную зону высотой 14,2 м с управляющими стержнями и механизмами привода, расположенными в верхнем пространстве. Восемь парогенераторов окружают эту сборку активной зоны.

Парогенераторы разрабатываются компанией Ansaldo Energy в Италии. Паровые трубки представляют собой спиральную матрицу внутри корпуса трубчатого парогенератора, соединенные на холодном конце с циркуляционным насосом и выходящие из горячего коллектора вниз.

Как и PBMR, на площадке могут быть установлены один или несколько реакторов, а также отсутствие каких-либо больших проникновений в корпус реактора для парогенераторов и компенсатора давления, как в существующих конструкциях PWR, а более низкая плотность мощности значительно упрощает меры предосторожности на случай потери охлаждающей жидкости, определяющая безопасность по конструкции.

Несмотря на то, что, как можно видеть, существуют специфические функции этих небольших реакторов, более широкое применение ядерной энергии потребует крупномасштабных электростанций для поддержки системы. В то время как реакторы PBMR и CANDU управляются под нагрузкой, другие типы этого не делают и, как правило, отключаются один раз в год для дозаправки и технического обслуживания турбины, генератора и баланса установки.

Другой случай, когда необходима гибкая электростанция, - это отсутствие возобновляемых источников энергии, особенно в годы с

небольшим количеством осадков, снижающих доступность воды для гидроэнергетики, или чаще, когда ветер не дует.

Комбинированные циклы выполняют эти обязанности в настоящее время и, вероятно, будут продолжать выполнять эту роль. Другое требование - пиковая нагрузка, особенно в теплую погоду с высокими нагрузками кондиционирования воздуха, а также при внезапных событиях, таких как перебои в работе оборудования и пики телевидения. В последние годы, особенно в Европе, был заказан ряд

комбинированных циклов с котлами Benson, чтобы они могли возобновляемые технологии на заднем плане являются приливными и геотермальными. Геотермальная энергия эксплуатировалась во многих частях мира, где паротводы указывали на наличие горячих слоев вблизи поверхности. Примером этого являются гейзеры в Калифорнии, к северу от Сан-Франциско, в Лардарелло в Италии, где в 1911 году была установлена первая в мире геотермальная электростанция, и в Вайракей, на Северном острове Новой Зеландии.

Эти новозеландские поля находятся в давно исчезнувших вулканических районах Таупо. В стране самый большой объем производства геотермальной энергии - 654 МВт и электростанция Te Mīhi мощностью 220 МВт, которая будет введена в эксплуатацию в 2011 году и заменит первоначальную установку Wairakei мощностью 181 МВт, которая после 50 лет демонстрирует снижение давления пара.

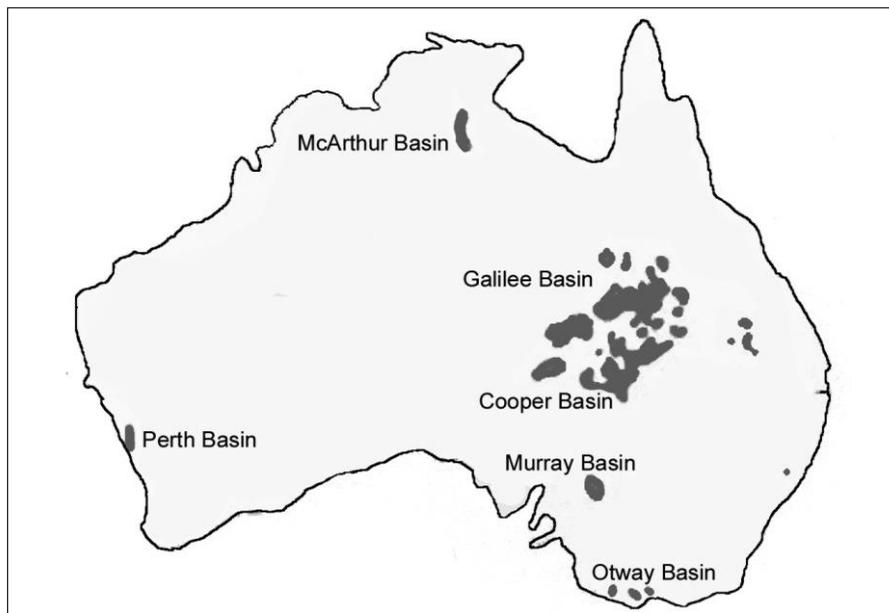
Геотермальные ресурсы в Новой Зеландии поступают от просачивающихся дождевых осадков до горячих слоев вблизи поверхности. Это означает, что через несколько лет некоторые заводы закрываются, и конденсат повторно вводится для увеличения производства пара. Тем не менее, геотермальная энергия больше похожа на обычное производство электроэнергии с точки зрения ее технологии и эксплуатационной готовности. Поскольку выходное устройство представляет собой паровую турбину, оно может генерировать с синхронной скоростью и подключаться прямо к сети.

Во всем мире существует ряд гранитных месторождений, которые имеют относительно высокие температуры на глубинах 1 км и более, что добавляет новое измерение геотермальной энергии. Их можно использовать, разрушая скалу, чтобы создать проходы, через которые может течь вода, так что вода откачивается в горячие камни, которые могут простираться на несколько сотен квадратных километров.

Некоторые из самых горячих скал можно найти в Австралии. Существует большая область гранитных пород, простирающаяся через северную часть Южной Австралии, а также юго-западный Квинсленд и регион Хантер-Вэлли на западе Нового Южного Уэльса. Мало кто живет в районе, находящемся за пределами национальной энергосистемы, но газовые месторождения бассейна Купера в центре континента имеют большую электрическую нагрузку и находятся рядом с некоторыми из самых горячих горных пород.

Поэтому в этой области разрабатываются первые геотермальные электростанции.

Потенциал горячей породы в Австралии показан на карте и, по оценкам, обеспечит достаточный ресурс для производства электроэнергии в 10 000 МВт. Это особенно важно для трех восточных штатов, которые получают большую часть своей электроэнергии от ряда крупных электростанций, работающих на угле, большинству из которых более 30 лет, но они должны попасть на рынок, а это означает длительную передачу HVDC линии, соединяющие береговые сети с отдаленными районами в центре континента, где будут расположены электростанции.



7.3: материковая часть Австралии с указанием местоположения геотермальных ресурсов с расчетными температурами выше 250°C на глубине 5000 м. (Схема предоставлена Геодинамикой)

Рядом с Сиднеем, Мельбурном и Пертом находятся другие небольшие месторождения горячих камней, которые могут быть использованы в будущем. Но основной ресурс находится в центре континента, а основные работы по разработке сосредоточены в бассейне Купера и прилегающих районах западного Нового Южного Уэльса.

Австралийская компания Geodynamics ведет бурение в регионе в течение последних шести лет и установила путь потока через трещиноватый гранит на глубине 4250 м. В настоящее время компания ведет бурение до глубины 5000 м, где температура породы достигает 300°C.

В партнерстве с компанией Online Energy компания Geodynamics установила циркуляционную петлю через две скважины в Хабанеро, которые разрабатываются для пилотной установки мощностью 1 МВт, которая переходит от дизельных генераторов для обеспечения питания на буровой площадке и в рабочем лагере, а также в близлежащем сообществе Иннаминка (население 12) которые в настоящее время тратят около \$ 15 000 в год на топливо для дизель-генератора.

Вторая группа скважин на Джолиоке будет работать на электростанции мощностью 50 МВт для обслуживания газоперерабатывающего завода в бассейне Купера. Это отделяет газ от конденсата, который направляется вниз к экспортному терминалу на побережье напротив Аделаиды. В настоящее время энергия получается из газовых турбин, используемых для приводов компрессоров и генераторов, некоторые из которых будут заменены геотермальной электростанцией.



7.4: Сульц-сюр-Форе, Франция. Вода с температурой 2000 °С подается с 5000 м ниже площадки в теплообменник с изобутаном, приводящим турбину в движение. (Фото предоставлено GEIE EMC)

Если вода поступает с глубины до 5 км при температуре до 300 °С и в замкнутом контуре, обычная паровая турбина не может использоваться. Электростанция передает тепло воды органической жидкости, такой как изобутан, которая имеет температуру кипения -11,7 °С при атмосферном давлении. Это рабочая жидкость с использованием тихоходной радиальной

турбины. Конденсат охлаждают в воздушном конденсаторе, так что источник тепла и органическая жидкость полностью автономны. Ввод в эксплуатацию бассейна Купер 50 МВт планируется в 2012 году.

Технология трещиноватых пород все еще находится в зачаточном состоянии, и предварительная работа заключалась в том, чтобы найти подходящую породу, разломать ее, откачав в нее воду под высоким давлением и нанести на карту зону разлома, а затем сверлить скважины для получения перегретой воды для питания электростанции. Наиболее совершенная система находится во Франции, где в июне 2008 года турбина мощностью 1,6 МВт была введена в эксплуатацию в Сульц-сюр-Форе, к северу от Страсбурга. Источником тепла является трещиноватый гранитный пласт глубиной 5000 м, температура которого превышает 200 °

С. Есть две скважины, подающие горячую воду на электростанцию со скоростью 50 дм³ / с. Холодная вода возвращается в одну скважину со скоростью 100 дм³ / с.

Вода проходит через теплообменник, который передает энергию рабочей жидкости, которая является изобутаном, приводящим в действие радиальную турбину, приводящую в действие генератор со скоростью 1500 об / мин. Завод не имеет отходов и может работать непрерывно при той же или лучшей доступности, что и атомная электростанция.

До настоящего времени приливная энергия считалась в классической терминологии заграждением через устье реки с реверсивными ламповыми турбинами. Во время прилива вода накапливается перед заграждением до тех пор, пока не будет достаточно напора для генерации. Точно так же во время прилива вода удерживается в устье реки до тех пор, пока снова не будет достаточно напора для сброса через турбину.

Таким образом, есть два периода генерации каждый день в восходящих и нисходящих потоках; Время приливов и отливов точно известно и движется вперед примерно на 25 минут в день.

Долгосрочные воздействия приливно-отливного заграждения на окружающую среду не позволяют планировщикам взглянуть на этот тип схемы. Морские течения, которые управляют приливами, представляют собой совершенно другую концепцию. Генератор приливного тока погружен в воду и может также генерировать с синхронной скоростью.

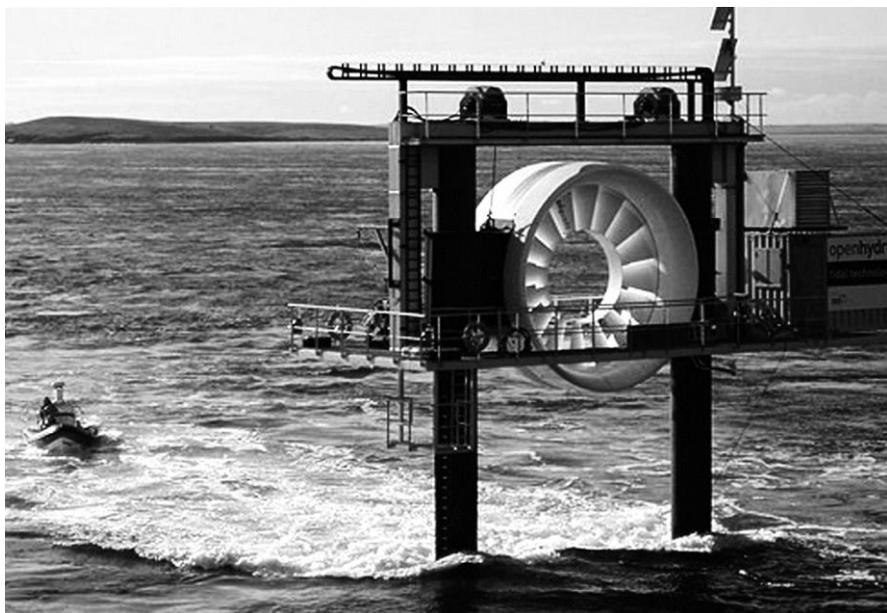
Опять же, это система возобновляемых источников энергии, состоящая из большого количества небольших блоков, приводящих в действие отдельные генераторы. Вся система погружена в воду, хотя в настоящее время ведущий проект основан на колонне, установленной на морском дне, с комнатой управления над линией воды и возможностью поднять генераторную установку на поверхность для технического обслуживания.

В настоящее время разрабатываются три генератора приливного тока, на которых у прототипов Marine Current Turbines в течение пяти лет эксплуатируется прототип Lynmouth, North Devon, и запущена в эксплуатацию

их коммерческая прототипная система мощностью 1200 кВт в Странгфорд-Лох, Северная Ирландия.

Основным испытательным полигоном для разработки систем приливных и волновых систем является Европейский морской энергетический центр (ЕМЕС) в районе Оркни. Это исследовательский центр, который открыт для разработчиков для тестирования оборудования в открытом море. Приливный участок находится у западного побережья острова Эдей в районе, где приливные течения составляют 4 м / с при весенних приливах. Площадка для испытаний занимает площадь 4 км x 2 км с глубиной воды от 25 до 40 м и имеет место для размещения четырех испытательных установок.

Ирландская компания Open Hydro Ltd. разработала полностью погруженную систему с вращающимся внутри внешнего кольца кольцом лопастей, образующим статор генератора с постоянными магнитами. Вода течет через центр устройства, и энергия захватывается кольцом лопастей. Блок Open Hydro был установлен в качестве прототипа мощностью 250 кВт на испытательном стенде в ЕМЕС.



7.5: Открытый прототип Hydro 250 МВт на испытательном стенде в Европейском центре морской энергетики в Оркнейских островах. (Фото Кортси из Open Hydro)

Генератор Rotech Tidal, который устанавливается в качестве прототипа 350 кВт также в ЕМЕС, получил крупный заказ от корейской Midland Power Company на установку 300 мВт приливной генерации в воде у южного

побережья Кореи. Там система установлена на тяжелом стальном основании, которое откладывается на морском дне.

Этот блок отличается от других блоков тем, что турбина не связана напрямую с генератором. Лопастей установлены на ступице, которая содержит гидравлический насос, приводимый в движение вращением лопастей, который направляет гидравлическую жидкость вверх через опоры ступицы в отсек генератора, который содержит генератор мощностью 1,2 МВт, 11 кВ, приводимый с любого конца гидравлическими двигателями. Герметично закрытый отсек генератора установлен сверху турбины, которая образует съемную cassette, которую можно вытянуть из центра симметричных каналов Вентури и поднять на судно для технического обслуживания или замены.

Все приливные генераторы имеют погруженные рабочие части, которые, в свою очередь, определяют, где они могут быть установлены. Все системы рассчитаны на глубину воды около 40 метров и в коммерческих разработках рассчитаны на мощность до 1500 кВт. Две небольшие схемы предложены для установки у побережья Уэльса для коммерческой эксплуатации к 2012 году.

RWE Renewables планируют установку мощностью 10,5 МВт с пятью установками от Marine Current Turbines, которые будут установлены в Skerries, районе у острова Англси, примерно в 100 км к северу от порта Холихед.

E.ON планируют проект мощностью 8 МВт с использованием семи приливных турбин Rotec, которые будут установлены у головы Сент-Дэвид в 30 км к северо-западу от Милфорд-Хейвена у входа в Бристольский канал.

Это новые энергетические технологии, наиболее близкие к реализации. Все они свободны от газообразных выбросов, а геотермальные и приливные схемы уже находятся на стадии прототипа.

Из ядерных систем первые небольшие газоохлаждаемые реакторы строятся в Южной Африке и Китае, где также находится опытный образец мощностью 10 МВт. Однажды доказанная и присущая безопасности конструкции с газовым охлаждением, это может привести к более широкому применению ядерной энергии в промышленных комбинированных схемах теплоэнергии, что исключит необходимость сжигания некоторых видов сырья для обеспечения энергии процесса.

Неопределенность возобновления

Возобновляемая энергия должна быть определена как энергия, произведенная процессом, который не требует сжигания ископаемого топлива и взят из непрерывного естественного источника. На сегодняшний день это означает реку, море, солнце и ветер, а также любое дерево, которое можно подвергнуть опылению и получить свежий урожай древесины в течение двух или трех лет из устойчивого леса.

Таким образом, с начала человеческой жизни на Земле до 250 лет назад это были основные источники энергии человечества. Но на земле было менее 500 миллионов человек, и жизнь двигалась медленнее.

Промышленная революция восемнадцатого и девятнадцатого веков была основана на способности добывать уголь и сжигать его для производства пара, который затем можно было использовать для поворота машин, от которых следовали железные дороги, и вслед за этим установление стандартного времени. Достижения в сельском хозяйстве и медицине привели к улучшению питания и увеличению продолжительности жизни.

Население начало расти, и прошло некоторое время, прежде чем рождаемость начала падать в Европе. У пары, состоящей в браке в 1870 году, ожидается, что у них будет шесть или семь детей, большинство из которых впервые смогут выжить во взрослой жизни. Пятьдесят лет спустя после Первой мировой войны пара могла иметь только одного или двух детей.

С тех пор международные поездки, особенно после прибытия больших самолетов с газовыми турбинами, снизили цену после 1970 года, привели к большому знанию других стран и других культур. Это было двустороннее движение, особенно между Европой и Северной Америкой, и международные компании стали промышленными гигантами современного мира.

Мир, безусловно, является энергоемким, и, тем не менее, эффективность использования энергии повысилась по мере роста спроса. В частности, на транспорте двигатели улучшили топливную экономичность и надежность как на суше, так и в воздухе. В течение нескольких лет нередко триста человек совершали полеты из Европы на восточное побережье Соединенных Штатов и в других поездках аналогичной длины по враждебной местности на двухмоторных самолетах.

Но является ли этот образ жизни устойчивым для населения мира, которое утроилось за последние шестьдесят лет и сейчас приближается к семи миллиардам? Если бы мы полностью зависели от возобновляемой энергии, ответ должен быть решительным - нет. Даже через десять лет после Киото нет ни одной страны, которая могла бы производить 10% своего годового объема электроэнергии с помощью ветрогенераторов, однако ветрогенераторы были одним из секторов роста в производстве энергетического оборудования за

последнее десятилетие. Компании, производящие ветряные турбины, имеют полные книги заказов и, следовательно, длительное время ожидания новых заказов.

Возобновляемая энергия отличается от систем на основе топлива, которые мы использовали до сих пор. Наличие гидроэнергии в конечном итоге зависит от дождя и снегопада, но вода может храниться и использоваться при необходимости. Ветер зависит от ветра, который может быть любой интенсивности и в любое время дня и ночи; солнечная энергия доступна только в дневное время и зависит от

степени облачности. Приливная сила доступна только в течение нескольких часов по обе стороны от прилива. Большая разница в том, что эти новые системы возобновляемой энергии не всегда доступны в то время, когда они нам нужны.

Следует также помнить, что развитие солнечных и ветровых энергетических систем началось не после Киото, а после нефтяного кризиса 1973 года. В то время отрасль электроснабжения была все еще полностью интегрированной, в основном государственной системой электроснабжения, которая несла профессиональную ответственность за обеспечение безопасности электроснабжения в своей зоне обслуживания. Таким образом, на тот момент предполагалось построить большую электростанцию для работы с новым источником энергии. Но задним числом, это был правильный способ сделать это?

Большая разница с новыми возобновляемыми источниками энергии помимо их доступности заключается в их небольшом размере. Первые ветрогенераторы были оценены в несколько сотен киловатт, и потребовалось 30 лет, чтобы разработать блок мощностью 6 МВт, который в первую очередь предназначен для морской установки.

Точно так же с солнечной энергией первая концепция состояла в том, чтобы большие группы следящих зеркал следовали за солнцем и фокусировались на котле, установленном на вершине башни. Заводы такого типа были построены в США и Испании. Но только за последние десять лет стали возможны большие массивы фотоэлектрических элементов, так что на крыше можно установить систему, адаптированную к потребностям в энергии большого здания или даже частного дома. По сути, это приводит к снижению производства электроэнергии для отдельного потребителя.

Поэтому вопрос, который мы должны задать, заключается в следующем: можем ли мы в нашем стремлении доказать, что возобновляемая энергия возможна, неправильно? Потребовалось много времени, чтобы добиться какого-либо прочного проникновения на рынок, и нам пришлось ждать дерегулирования поставок электроэнергии, чтобы отделить производство от передачи и распределения, чтобы придать этому импульс. Как только у кого-то появилась возможность вырабатывать электроэнергию, у промышленности появилась возможность продавать излишки электроэнергии государственной системе, когда она была доступна.

Дерегулирование открыло двери для промышленного комбинированного

производства тепла и энергии. Компании, которые хотели производить свою собственную электроэнергию, делали это, потому что они хотели сократить свои затраты на энергию и, как правило, решили строить, потому что у них была старая котельная, работающая на угле или нефти, которую нужно было заменить, а газ был самым дешевым доступным топливом; кроме того, что сочетало тепло и мощность было более эффективным.

Обычно размер газовой турбины определялся потребностью в паре. До тех пор, пока он может производить все потребности в технологическом паре из энергии выхлопных газов, электрическая мощность будет либо больше, либо меньше, чем их потребность в электричестве, так что они смогут продать излишки в несколько сотен кВт в сеть или сделать до разницы от этого. Это также оставило бы безопасность подключения к сети, чтобы покрыть обслуживание или ремонт их генерирующей установки.

Как рабочая договоренность это легко содержится в существующих операциях системы. Компания может сообщить энергосистеме, когда она закроет свой завод, а также может спрогнозировать изменения в объеме производства, вызванные изменениями в производстве или введением нового технологического оборудования. Сеть может иметь двадцать или более тепловых электростанций в своей системе.

Теперь рассмотрим схему возобновляемой энергии. Компания установила не газовую турбину, а ветрогенератор; один блок мощностью 2 МВт для обеспечения производственных процессов, которые не требуют пара, а также имеют процессы механической обработки и большую нагрузку на офисный компьютер.

Наличие ветра определяет, когда компании не придется покупать электроэнергию у сети, и в среднем в течение года около 30% их потребности в электроэнергии за 260 рабочих дней удовлетворяется от ветряной турбины. Но это не значит, что питание доступно весь день в течение 83 рабочих дней. В некоторые ночи и в выходные дни ветрогенератор может работать, и его мощность затем может быть продана в сеть, как и любой излишек электроэнергии, соответствующий требованиям компании, но в обычный рабочий день может случиться так, что ветер не дует, генератор был бездействующим, и власть должна была быть куплена от сети.

Поэтому компания экономит все или часть своих затрат на электроэнергию в течение нескольких рабочих дней и зарабатывает деньги, чтобы сопоставить стоимость электроэнергии, купленной у их постоянного поставщика, когда ветер не дует. Если ветер поднимется ночью, оплата, которую они получают, будет меньше, чем за тот же объем электроэнергии, проданной в дневное время, согласно структуре тарифов.

Солнечная энергия более предсказуема, поскольку она доступна только в то время, когда спрос на электроэнергию высок. Офис открывается в 8:30 утра, через два часа после восхода солнца, и когда люди приходят, компьютеры включаются, некоторые огни включаются, а другое офисное оборудование и часть потребляемого электричества будут взяты с солнечных фотоэлектрических панелей, установленных на крыше. В выходные дни

любая энергия солнечной энергии, не используемая в здании, может быть продана в сеть.

Возможно, это не офис, а отель, который имеет совершенно другую структуру спроса в зависимости от того, сколько у него гостей, сколько людей посещают его на обед в ресторане и сколько ламп в комнатах и коридорах. Опять же солнечные панели на крыше обеспечивают часть или всю потребность в электроэнергии, но только в светлое время суток и в разном количестве.

Полупроводниковые разработки, особенно фотоэлектрических элементов, дали новую жизнь солнечной энергии. Поскольку время восхода и захода солнца известно и максимальная потребность в электричестве возникает, когда солнце не светит, это предсказуемо. Разница между зимним и летним дневным временем уменьшается по мере приближения к экватору, но не только такие страны, как Испания, Италия, Израиль и Австралия, могут легко использовать солнечную энергию. Фотогальваника открыла рынок во многих других странах.

HSBC, международный банк, в Canary Wharf, штаб-квартире в восточном Лондоне, установил массив солнечной энергии на крыше, где было установлено 441 фотоэлектрических панелей на высоте 213 м над уровнем моря. Здание не самое высокое на месте, но не затенено соседними зданиями. Ожидается, что выработка составит 77 500 кВт·ч / год.

Это не единственная их фотоэлектрическая система. Учебный центр HSBC Management около Элстри, в 28 км к северо-западу от Кэнэри-Уорф, имеет как монтируемые на крыше панели, так и наземный массив, обеспечивающий соответственно 10 000 и 20 000 кВт·ч / год, а также поставил оборудование для своей штаб-квартиры First Direct Internet Bank в Лидс и новый филиал в Аттареде, Мальта, где на крыше установлены две большие панели слежения, которые вырабатывают 4200 кВт·ч / год.

Фотоэлектрические установки начались с крупных коммерческих помещений. Но сколько времени пройдет, прежде чем небольшие установки станут возможными для обслуживания отдельных домов?



8.1: Лондон, Великобритания: HSBC установил фотоэлектрическую батарею на крыше своей штаб-квартиры, которая, как ожидается, будет производить 77 500 кВт-ч в год. (Фото предоставлено HSBC)

Когда впервые было отменено регулирование электроснабжения, постепенно появилась свобода выбора вашего поставщика электроэнергии, причем первыми стали компании с высоким спросом на электроэнергию, и прошло некоторое время, прежде чем отдельным домохозяйствам было предоставлено право на изменения. Фактически, относительно немногие изменили своего поставщика, и многие из тех, кто сделал это, остались с новым поставщиком.

Домашняя обстановка, пожалуй, самая интересная, потому что исторические события во многих отношениях проложили путь к значительному улучшению состояния окружающей среды. В домах с электрическим отоплением используются ночные накопительные обогреватели: набор блоков высокой теплоемкости, расположенных вокруг нагревательного элемента и заключенных в корпус, образующий канал. Обогреватель стоит на полу, а помещение обогревается конвекцией, при этом воздушный поток поднимается через корпус и выходит через регулируемый гриль сверху.

Концепция была разработана более чем сорок лет назад в Европе, чтобы обеспечить ночную загрузку для базовых установок, и сопровождалась большим продвижением отопления ночного хранения. Электричество поставляется по тарифу, состоящему из двух частей, в Великобритании по ночному тарифу с полуночи до 7.00 утра, когда зарядные устройства заряжаются, и по цене около 33% от дневного тарифа.

Домовладельцы с этим тарифом могут в дальнейшем использовать его.

Современные стиральные и посудомоечные машины оснащены одной подачей холодной воды, которая нагревается в приборе до температуры, установленной для программы стирки. Скажем, что хозяин дома угостил четырех человек на обед, чтобы потом было большое количество посуды, стаканов и столовых приборов, чтобы мыть их. Если посудомоечная машина загружена и программа стирки настроена на запуск после полуночи, она будет выполнять работу за треть стоимости электроэнергии.

Домовладелец увидит результат в снижении затрат на электроэнергию, но каждый, у кого есть этот тариф, невольно помогает своей электроэнергетике работать более эффективно, поддерживая непрерывную работу большего количества станций вместо того, чтобы останавливаться, чтобы сказать 50% частичной нагрузки и снижать эффективность каждую ночь и снова бегу на следующее утро.

Если один миллион домов будет оснащен солнечными батареями мощностью 4 кВт, это составит 4000 МВт солнечной энергии при доступности около 50% в течение года. Но для этого потребуются ввести в действие конкретный закон, чтобы условия, в которых может применяться солнечная энергия, были четко определены как часть национальной программы. Для дома с электрическим отоплением это позволило бы нагревать воду в дневное время на солнечном входе, а не просто полагаться на объем, нагретый в течение семи часов в течение ночи.

Кроме того, солнечные панели и их вспомогательное оборудование должны быть изготовлены и испытаны, а персонал должен быть набран и обучен их установке и обслуживанию, но это в равной степени относится и к другим возобновляемым системам, которые требуются в любом большом количестве.

Теперь вопрос состоит не в том, можем ли мы генерировать собственное электричество, а в том, организована ли система электроснабжения для обслуживания большого количества отдельных домохозяйств с разным количеством электроэнергии для продажи примерно до 4 кВт, когда солнце не светит? Если правительство проводит политику, направленную на получение определенного процента электроэнергии из возобновляемых источников, оно должно выработать необходимое законодательство, чтобы это произошло. Если бы это было так, сейчас могло бы быть больше возобновляемой энергии.

Хотя шотландская национальная партия прибила свои цвета к антиядерной мачте, к моменту закрытия двух атомных станций в Хантерстоне Б и Торнесс она может оказаться не в силах. Но при этом, как нынешнее региональное правительство, они начали кампанию по экологически чистой энергии для малых предприятий и домашних хозяйств с грантами до 4000 фунтов стерлингов или 30% от стоимости установки возобновляемых систем, которые были преимущественно солнечными фотоэлектрическими схемами, и наземных тепловые насосы Шотландия, находящаяся на той же широте, что и южная Швеция, в летнее время проживает гораздо дольше, чем в Лондоне, и солнечные фотоэлектрические системы будут наиболее продуктивными в

летний туристический период, когда потребность в электричестве в горах высокая. Но, учитывая, что шотландское правительство может создать программу для возобновляемой микрогенерации, почему другие региональные и национальные правительства не могут создать нечто подобное?

Постепенно вводятся интеллектуальные счетчики, которые будут указывать количество потребляемой электроэнергии в любой данный момент и сколько это будет стоить. Если эти счетчики также могут давать отрицательные показания, они показывают, сколько энергии экспортируется в сеть, и определяют чистые затраты на электроэнергию. Есть и другие возобновляемые источники энергии, которые более доступны по своей доступности. Биомасса (отходы сельского и лесного хозяйства) - это та, которую можно сжигать либо на существующей

электростанции, либо на той, которая построена для этой цели.

Существует ряд электростанций, которые сжигают щепу, твердые бытовые отходы и сельскохозяйственные отходы, такие как куриный помет, но они относительно небольшие. как правило, примерно до 25 МВт и расположены рядом с источником топлива, хотя некоторые из них с крупными промышленными поставщиками отходов могут быть намного больше. Это то, что мы обычно понимаем под биомассой. Поскольку топливо должно быть доставлено по дороге на электростанцию, это ограничивает экономический радиус для подачи топлива. Таким образом, биомасса имеет тенденцию быть топливом для конкретных отраслей.

Багасса, как остаток сахарного тростника, долгое время использовалась в качестве топлива для подачи электроэнергии и пара на сахарные заводы. Электростанция будет расположена рядом с сахарным заводом.

Точно так же целлюлозно-бумажная промышленность использует отходы деревьев, корней, веток и коры, а также черный щелок в качестве топлива для выработки пара для заготовки и сушки бумаги. Комбинированные теплоэлектростанции на заводах в Швеции и Финляндии продают избыточную электроэнергию в коммунальную сеть, а избыточную тепло - в местные сети централизованного теплоснабжения.

Электростанция Stevens Croft мощностью 44 МВт E.ON (Великобритания), расположенная в Локерби, на юге Шотландии, сжигает древесные отходы лесопильных и лесохозяйственных предприятий в этом районе, и в конце 2008 года должна была принять первую партию ивы, выращенной в лесах, у местных фермеров. кто выращивает это. В общей сложности ему необходимо 480 000 тонн древесины в год для получения полной выработки, и конечная цель состоит в том, чтобы получить около 20% топлива, получаемого из ивы с медом.

Это первый завод биомассы E.ON в Великобритании. У них есть заявка на планирование для второго завода в Блэкберн Медоуз, на месте старой угольной электростанции в Шеффилде. Как и шотландский завод, он будет сжигать лесопилку и другие древесные отходы, а также копченую иву и мискантус, выращенный соседними фермерами.

Мискантус (трава слона) наиболее известен как декоративное

травянистое растение, которое можно приобрести отдельно в садовых центрах по всей Европе. Его выращивают из ризом, которые когда-то высаживают, год за годом, и получают из умеренного сорта, *Miscanthus Sinensis*, который можно выращивать в коммерческих целях в Европе. После посадки его нужно собирать каждый год. Для сбора урожая не требуется специального оборудования, и любой фермер может посадить несколько гектаров, как это сделали некоторые.



8.2: Локерби, Великобритания. Эта электростанция, работающая на биомассе мощностью 44 МВт, сжигает древесные отходы местных лесопильных заводов и лесохозяйственных предприятий. (Фото предоставлено E.ON (Великобритания))

Проблема в том, что цена пшеницы более 100 фунтов стерлингов за тонну делает выгодным выращивание традиционных зерновых для продовольствия, а не конкретных энергетических культур. Это может означать сокращение производства, но новые посадки не производятся.

Энергетические культуры не новы. Именно нефтяной кризис 1973 года заставил Бразилию производить этанол из сахарного тростника, и на протяжении более тридцати лет автомобили на улицах Бразилии управлялись смесью из 95% бензина и 5% добавленного этанола.

Чтобы заняться выращиванием энергетических культур, должна быть земля для их выращивания, и фермеру должно быть выгодно их производить. Очевидно, это было в Великобритании четыре года назад, но не сейчас. Рост экономики Китая и Индии привел к росту цен на сырье и продукты питания, что стало следствием более высоких цен в Европе и Северной Америке на традиционные сельскохозяйственные культуры, такие как пшеница, ячмень и рапс.

Другим фактором, который привел к росту цен на сельскохозяйственные культуры, является использование больших площадей пшеницы, особенно в Соединенных Штатах, переустроенных для производства этанола, что, как и в Бразилии, направлено на сокращение импорта топлива; таким образом, экспорт зерна сократился, поскольку больше используется для производства биоэтанола.

Газ, созданный в результате анаэробного сбраживания отходов на участках засыпки, является еще одним источником энергии, и одна из крупнейших таких схем в Европе находится в Великобритании около Солихалла.

Почти весь муниципальный мусор в Великобритании идет на свалку, а некоторые участки были организованы для сбора выпущенного газа и использования его для выработки электроэнергии. В Бирмингеме свалка была продлена над землей в глиняных камерах, и было собрано достаточное количество газа для приведения в действие газовой турбины мощностью 3,5 МВт, которая направляет свою продукцию в международный аэропорт Бирмингема. Большинство схем намного меньше и используют поршневые газовые двигатели.

В Европе большая часть мусора сжигается для выработки пара для турбины. Конечно, зеленому движению это не нравится, и любой план по расширению одного из 20 существующих заводов или строительству другого в Соединенном Королевстве встречается воплями протеста со стороны зеленых активистов, основанных на невежестве. В Великобритании запланировано до пятидесяти мусоросжигательных заводов, что имеет одну из самых маленьких составляющих сжигания в политике обращения с отходами в любой стране.

В сентябре 2008 года британское правительство дало согласие на строительство мусоросжигательного завода мощностью 100 МВт, который будет построен в Ранкорне, на северо-западе Англии. В качестве топлива будут использоваться бытовые и муниципальные отходы, собранные в Манчестере, Ливерпуле и Северном Чешире. Завод спроектирован как комбинированная тепловая и энергетическая схема, которая будет подавать технологический пар на химический завод INEOS Chlor Vinyl.

Альтернативы рециркуляции и дальнейшего захоронения отходов ничего не делают для окружающей среды. Каждый день люди приходят в центр переработки отходов местного самоуправления, чтобы взять бутылки и макулатуру, в которой сконцентрированы некоторые перерабатываемые материалы и даже садовые отходы для компостирования. Помимо всего топлива, потребляемого при поездке туда, почему люди принимают садовые отходы? Даже небольшой участок может содержать кучу компоста, чтобы получить газон и живую изгородь из мертвых растений и овощных стеблей и листьев, убранных с кухни.

Отработанное растительное масло из ресторанов и предприятий пищевой промышленности и жирные отходы из аббатаров также можно собирать и перегонять для производства биодизельного топлива. Это относительно

большие источники материала, которые должны быть утилизированы в любом случае. Биодизель используется примерно на 5% в обычном дизельном топливе, хотя испытания проводятся на транспортных средствах, работающих на 100% биотопливе, чтобы увидеть, какие изменения он изменит в отношении износа и производительности двигателя.

Из всех неископаемых вариантов производства электроэнергии вариант с биомассой является потенциально самым большим. с использованием отходов, лесных и фермерских и твердых бытовых отходов. Фактически в Соединенных Штатах почти 4000 МВт генерируется мусоросжигательными заводами и свалками газа по всей стране. В Дании паровые турбины на мусоросжигательных установках подключены к местным системам централизованного теплоснабжения.

Новые возобновляемые источники энергии, такие как солнечная энергия и энергия ветра, представлены небольшими единицами, но большое количество единиц включается в более крупные установки.

Например, ветроэлектростанция мощностью 100 МВт может иметь от 30 до 80 отдельных ветрогенераторов в зависимости от размера установки и от того, будет ли она установлена на берегу или на море.

Но проблема с новыми возобновляемыми источниками энергии заключается в отсутствии постоянной доступности. Для начала, если диаметр ротора для ветрогенератора превышает 120 м, то каждый блок должен быть отделен от своего соседа не менее чем на 500 м, чтобы избежать помех между соседними блоками. Таким образом, морская ветровая электростанция мощностью 180 МВт с пятью рядами из десяти генераторов будет покрывать площадь моря 67 500 га, тогда как комбинированный цикл мощностью 180 МВт с двумя газовыми турбинами мощностью 60 МВт и паровой турбиной займет около 4 га. Кроме того, комбинированный цикл будет иметь ежегодную готовность более 90% по сравнению с чуть более 30% для ветропарка. Для обеспечения доступности комбинированного цикла на уровне 90% потребуется сорок пять из пятидесяти ветроэлектростанций, которые будут работать с максимальной продолжительностью 24 часа в сутки и 365 дней в году.

Кроме того, в случае комбинированного цикла производительность является предсказуемой. Планировщики будут знать каждый день, что на станцию поступает газ для обеспечения выработки в течение следующих 24 часов. Но не может быть той же уверенности с ветром. Прогноз погоды скажет им, будет ли ветер, но не может быть точным относительно времени, силы и продолжительности ветра, чтобы они могли определить, сколько генераторов может работать в какое время суток.

Таким образом, если возобновляемая энергия имеет долгосрочное будущее, она должна использоваться вместе с энергетическими системами на основе топлива настоящего времени. Проще говоря, это означает использование ветрогенератора, когда дует ветер, и солнечной энергии в дневное время. По этой причине энтузиазм в отношении ветра особенно велик в странах, где правительства отвергли или открыто враждебно относятся к

ядерной энергетике: в Европе, в основном это Дания, Испания и Германия.

Когда большинство людей говорят о возобновляемой энергии, они склонны думать о энергии ветра. Это первая установка, развернутая в больших масштабах, но в настоящее время ее мощность составляет около 3,6 МВт. Пример типичного европейского морского ветропарка на Бурбо-Банке в Ирландском море у северного побережья Уэльса с двадцатью пятью 3,6 МВт блоками, строительство которого было завершено в 2007 году.

Выходная мощность пропорциональна квадрату диаметра ротора, так что существует механический предел размера с точки зрения механической нагрузки генератора, установленного на опоре на вершине высокой мачты. Скорость ветра изменяется, и, следовательно, выходной сигнал не имеет постоянной частоты, и его необходимо преобразовать в постоянный ток, а затем снова преобразовать в 50 Гц для передачи.

Общественное мнение не приветствует ветроэнергетику, так как она должна быть установлена на возвышенности, чтобы ловить ветер, или в отдаленных районах, которые люди, живущие там, хотят сохранить для своей удаленности. 21 апреля 2008 года было отклонено согласие на планирование ветровой электростанции мощностью 670 МВт на острове Льюис во Внешних Гебридах. Планировалось установить энергоблоки мощностью 186 x 3,6 МВт, но они были отклонены по экологическим соображениям.

Четыре недели спустя Shell вывела из лондонского массива более крупную морскую ветряную электростанцию мощностью 1000 МВт по обеим сторонам устья Темзы, и причина была в том, что рост цен на сырье и строительство сделал экономику маргинальной.

Типичная морская ветряная электростанция находится в неглубоких районах у берега, как, например, Ирландское море, юг Северного моря и Балтийское море, но цель состоит в том, чтобы выйти в более глубокие воды на континентальном шельфе. Фактически, любое место, где можно безопасно установить буровую платформу, подходит для ветряной электростанции, но будет ли это практичным?

Самая большая в мире ветряная турбина - это модель 5М, разработанная в Германии компанией RE Power Systems AG, Гамбург. Номинальная 5 МВт, она была разработана для морской установки с диаметром ротора 126 м. Два из них были установлены в 45 метрах от воды, примерно в 25 км от берега в Морейском заливе у шотландского побережья.

Это демонстрационный проект, который является совместным предприятием Talisman Energy (UK) Ltd и Scottish and Southern Energy. Целью проекта является изучение работы глубоководной ветряной электростанции, расположенной рядом с нефтяным месторождением Беатрис в Talisman Energy. Два генератора будут поставлять свою продукцию на платформу. Проект осуществляется в рамках европейской программы DOWNVIND (Дистанционное морское ветроэнергетическое предприятие без визуального воздействия в глубокой воде). Демонстрация продлится пять лет, но цель состоит в том, чтобы продлить их проектный срок до двадцати лет.

Опытный образец был установлен на испытательном полигоне RE Power рядом с атомной электростанцией в Брунсбюттеле в устье реки Эльбы. Но устройство было разработано специально как оффшорное подразделение. Как видно на фотографии, колонна установлена на опоре трубчатой оболочки, аналогичной масляной платформе.

Длина лезвий из армированного стекловолокна составляет 61,3 м, а высота ступицы над уровнем воды - 85 м. Находиться в глубоководных местах не на лодке, а на вертолете к посадочной палубе, установленной на задней части гондолы.

Установка блоков в море была первым случаем, когда полностью собранная гондола генератора, в комплекте с лопастями и установленная на ее колонне, была установлена на берегу и доставлена на площадку одним целым, чтобы быть поднятой на рубашку, которая была построена для приема.



8.3. Один из двадцати пяти блоков крупнейшего ветрогенератора Siemens мощностью 3,6 МВт, образующий ветропарк Burbo Bank в Ливерпульской бухте. (Фото предоставлено Siemens)

Это будет нормальный способ установки 5М, поскольку в противном случае установка большого ветряного двигателя в море означала бы вывоз различных частей на площадку и монтаж их с корабля, пришвартованного рядом, когда позволили условия моря. При изготовлении на берегу необходим единственный подъемник на рубашку, которая представляет собой устойчивую конструкцию, стоящую на морском дне. Однако, как только это будет сделано и обеспечено, команды по вводу в эксплуатацию могут быть отправлены на вертолете, и вся их работа будет находиться под прикрытием внутри гондолы турбины.

На данный момент заказано 43 турбины мощностью 5 МВт, все из которых, кроме четырех, установлены на шельфе. Из них два в Мурен-Ферт являются первыми в глубоководных районах, и это интересно из-за возможности расширения диапазона мест для морских ветряных электростанций в более глубокие воды, где при строительстве рубашки для поддержки устройства используются те же методы, что и для буровой платформы. Предполагается даже, что, когда нефтяные месторождения будут закрыты, для сооружений будут использоваться ветрогенераторы.

Если классическая гидроэлектроэнергия считается возобновляемой энергией, то ее не только много, что можно использовать, но и многие объекты, разработанные более 80 лет назад, которые были заброшены и теперь являются кандидатами на реконструкцию гидроэнергетики. В мире все еще есть районы, в которых более 50% электроэнергии вырабатывается на гидроэлектростанциях.



8.4: Два ветрогенератора мощностью 5 МВт из шотландских источников обеспечивают всю свою мощность на нефтяной платформе Talisman, показанной справа. (Фото предоставлено RE Power Systems)

Описание Африки как Темного Континента впервые появилось в литературе в конце 19-го века, но это, безусловно, верно по разным причинам сегодня. Ночью пролетайте над Африкой, и там мало освещенных мест, как в любом европейском, азиатском или американском городе.

Африка обладает самым большим неиспользованным гидроэнергетическим потенциалом в мире, и полмиллиарда людей не имеют доступа к электроснабжению и зависят от биомассы (древесного и животного

навоза) для своего энергоснабжения. Существует технология, позволяющая строить электростанции и передавать их на большие расстояния, но не хватает квалифицированных инженеров для обслуживания систем во всех местах, кроме нескольких.

Но любое новое развитие гидроэнергетики в Африке или где-либо еще немедленно привлекает протест Зеленых на почве экологического ущерба, препятствия миграции рыбы и предотвращения ила, стекающего в низовья для удобрения земли.

Хотя это может быть правдой, что это произошло на некоторых реках, но исторически сложилось так, что гидроэнергетика исторически развивалась для улучшения ирригации и предотвращения затопления сообществ ниже по течению. Это реальная выгода, и развитие большого гидроэнергетического потенциала способствовало бы электрификации сельских районов в некоторых частях Африки, чтобы люди могли иметь чистый источник энергии для отопления, освещения и приготовления пищи и не должны полагаться на использование сырой биомассы в качестве своей основной энергии необходимо.

Реальность нынешней ситуации заключается в том, что миллионы людей, не имеющих электричества в сельских районах тропиков, а не только в Африке, являются одним из крупнейших источников загрязнения, поскольку они зависят от древесины и навоза в качестве топлива для удовлетворения основных ежедневных потребностей в энергии.

Река Заир является крупнейшей в Африке с большим количеством притоков. Что делает его необычным, так это то, что понижение уровня реки сосредоточено у устья с длинной чередой порогов над Киншасой. По оценкам, вся речная система имеет около 100 000 МВт гидроэнергетического потенциала, из которых около 44% сосредоточено в 90 км от устья реки, где она падает на 100 метров на расстоянии 15 км. В 1970-х годах в Инге были построены две электростанции общей мощностью 1700 МВт для снабжения медными рудниками на востоке страны, но в настоящее время они не работают на полную мощность из-за отсутствия технического обслуживания.

Демократическая Республика Конго была охвачена гражданской войной, как и многие другие страны в регионе в течение большей части последних 25 лет, и только сейчас конфликты стихли, и люди сначала смотрят снова, третья электростанция Инга, но также Grand Inga, которая в начале 2008 года была темой конференции в Лондоне между банкирами и коммунальными службами.

Многие африканские страны видят большие экспортные контракты из Китая на природные ресурсы топлива и минеральных руд. Но в то время как большая часть этих денег может быть законно инвестирована, проект Grand Inga будет в два раза больше китайского Three Gorges и будет иметь турбины мощностью 60 x 700 МВт общей мощностью 42 000 МВт. Предполагается, что строительство обойдется в 40 миллиардов долларов, и строительство завода может быть завершено не ранее 2022 года.

Но куда пойдет энергия? В Конго практически нет спроса на 372 ТВт·ч /

год, которые будет производить завод. Есть предположения, что высоковольтные линии постоянного тока могут передавать его в Южную Африку и даже в Европу и на Ближний Восток. Учитывая эффективную глобальную схему торговли углеродом, мы могли бы увидеть крупные угольные и газовые предприятия в Европе, покупающие кредиты на загрязнение у африканских владельцев этой и других крупных гидроэлектростанций, которые в них не нуждаются. С другой стороны, Европе может быть не по себе от большой линии электропередачи, пересекающей исламские страны Северной Африки.

Есть также реки, которые нельзя эксплуатировать по серьезным коммерческим причинам, особенно на некоторых участках атлантического побережья Европы и тихоокеанского побережья Северной Америки, поскольку они являются местом размножения атлантического и тихоокеанского лосося.

Строительство классической гидроэлектростанции занимает несколько лет. Речной сток и его колебания в течение года определяют высоту плотины и размер генерирующей установки, и первый генератор не может быть испытан до тех пор, пока водохранилище не станет достаточно полным. Единственная стандартизация в отдельных генераторах электростанции, но гидроэнергетика видела, что ее роль в электроснабжении изменилась с введением тепловой и ядерной мощности. Его ценность в гораздо большей гибкости в эксплуатации. Малые гидро схемы - это совершенно другая система. В первые годы 20-го века было разработано много небольших участков, чтобы обеспечить электричеством окружающие общины. Есть другие, которые могли быть разработаны в более ранние времена, но были достигнуты событиями. Многие из этих старых сайтов в настоящее время перестраиваются, а некоторые другие находятся в стадии разработки. Это относительно небольшие схемы, обычно использующие речные электростанции мощностью менее 5 МВт, но поскольку схемы зеленой энергии зарабатывают более высокую цену за свою продукцию.

RWE через свою дочернюю компанию Npower Renewables в Великобритании реконструировала ряд небольших гидроэлектростанций. В настоящее время у них 15 станций общей мощностью 58,8 МВт. Типичным из них является Блантайр, примерно в 15 км над Глазго на Клайде на существующей плотине. Одна турбина Каплана вырабатывает около 575 кВт и была введена в эксплуатацию в 1995 году.

Компания строит еще четыре станции на севере Шотландии общей мощностью 10,75 МВт. Пятая схема в Ромни-Вейр на Темзе под Виндзором будет иметь гидродинамические турбины (винты Архимеда), установленные в двух отсеках плотины, которые будут производить около 1,4 ГВт-ч в год и будут снабжать Виндзорский замок. Схема, которая может быть аналогичным образом применена в другом месте на реке, имеет чистую мощность 300 кВт в зависимости от речного стока, который может составлять от 5 до 20 м³ / с.

Ромни Лок с перепадом 1,46 м не самая глубокая на Темзе; далее вверх по течению, замок Боултер в Мейденхеде - самый глубокий на

высоте 2,39 м и выше, замок Марлоу - 2,16 м. Восемь лет назад серьезное наводнение вокруг Мейденхеда привело к строительству реки Джубили в 11-километровом канале для ликвидации последствий наводнения над Мейденхедом для повторного входа в реку на острове Поттс под Ромни-Вейром, которое было завершено в 2002 году.

Дерегулирование электроснабжения в Великобритании создало некоторые возможности для небольших гидроэлектростанций, особенно на юго-западе, где несколько рек текут от Дартмура и Эксмур. Несколько блоков были установлены для обеспечения энергией компаний или отдельных фермеров и землевладельцев либо полностью, либо с некоторым экспортом в сеть.

Насосное хранилище - это разновидность гидроэнергетики, которая была представлена с ростом ядерной энергетики в 1960-х годах. При таком расположении вода перекачивается из существующего озера в резервуар, построенный на вершине близлежащего холма.



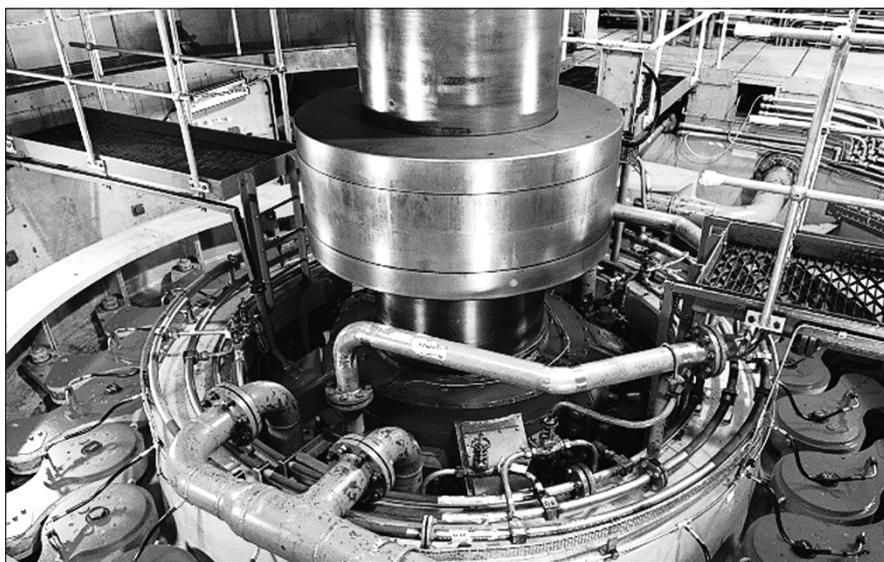
8.5: Блантайр, Шотландия: Гидравлическая станция RWE Npower мощностью 575 кВт в 15 км над Глазго на Клайде была построена на существующем водосливе. (Фото предоставлено Npower Renewables)

Турбомашина представляет собой реверсивную насосную турбину, так что когда вода подается в верхний резервуар, она действует как насос, приводимый в движение электродвигателем. и для слива пласта насос перевернут и работает как турбина, приводящая в действие генератор. Одна из первых была построена в Blaenau Ffestiniog, в Северном Уэльсе, другая была построена в Vianden, Люксембург, но самая большая в Европе на данный момент, с шестью реверсивными насосными турбинами мощностью 330 МВт

также в Северном Уэльсе в Dinorwig.

Это было завершено в 1984 году и полностью под землей. Верхнее водохранилище на Ллин Берис было недавно расширено. С накоплением ядерной энергии в преимущественно тепловой системе станция была построена так, чтобы нести потери двух блоков мощностью 660 МВт, выпадающих одновременно. Все четырнадцать из усовершенствованных газоохлаждаемых реакторов имели турбогенераторные установки мощностью 660 МВт, кроме того, в Драксе было также шесть угольных блоков и три в Литтлбруке. Таким образом, Dinorwig был создан для обеспечения безопасности системы, каждая из шести турбин способна работать до полной нагрузки за 16 секунд.

Это классический пример использования возобновляемой энергии в сочетании с системой теплоэнергетики. Он был введен по мере ввода в эксплуатацию атомных электростанций, чтобы обеспечить их ночной нагрузкой. Это связано с тем, что атомные станции не могут следить за нагрузкой в большей степени, чем отравляют реактор. Таким образом, вместо падения 300 МВт ночью реактор продолжает работать и накачивает воду в верхний резервуар. Затем на следующее утро, когда потребность в электроэнергии возрастает, водохранилище начинает истощаться, как обычная гидроэлектростанция.



8.6: Динорвиг, Великобритания: одна из шести реверсивных насосных турбин мощностью 330 МВт остановлена для обеспечения безопасности системы, и все они работают с 1984 года. (Фото предоставлено International Power)

Он начинается, как только верхние ворота поднимаются, и каждый блок может выдавать 330 МВт пиковой мощности столько, сколько это

необходимо.

В другом режиме работы, если большая тепловая электростанция отключается из-за аварии, гидроэлектростанция, возможно, не сможет заменить потерянную мощность, но она может работать, скажем, час, пока запускаются некоторые газовые турбины или комбинированный цикл, Дело в том, что гидроэнергетический генератор - это быстродействующая установка, которая может немедленно реагировать на потерю мощности генерации. Это единственное растение, которое может сделать это при условии, что в резервуаре есть вода.

Обычно гидростанции работают, когда это необходимо, но все зависит от количества осадков, которое может меняться из года в год. Таким образом, могут быть годы, когда количество осадков было ниже среднего и в результате вырабатывалось меньше гидроэнергии. В годы с уровнем осадков выше среднего выработка гидроэнергии значительно выше.

Гидроэнергетика была доступна в течение долгого времени, и многим из крупнейших схем уже более 50 лет. В Азии и Африке все еще существует большое количество рек, которые не были развиты, поскольку не было спроса на энергию в пределах разумного диапазона участка.

Последней из этих крупных плотин, которая должна быть введена в эксплуатацию, является схема Трех ущелий на Янцэ в центральном Китае.

Янцзы вместе с Нилом и Амазонкой - три самые длинные реки в мире. Асуанская плотина в Южном Египте - одна из двух на египетском участке Нила. На Амазонке нет дамб, хотя в 1980-х годах на Токатине была построена дамба, которая является последним крупным южным притоком перед дельтой, и еще две находятся в стадии строительства. В общей сложности более 80% электроэнергии в Бразилии вырабатывается гидроэлектростанциями.

Из пяти стран, обладающих наибольшей гидроэнергетикой, пять из которых, в первую очередь, начали США и Канада, а затем Бразилия, Россия и Китай. В Европе большая часть гидроэнергетического потенциала эксплуатировалась до 1950 года, за исключением Шотландии, где Гидроэлектростанция на севере Шотландии была создана в 1943 году перед послевоенной национализацией электроснабжения, которая была специально создана для развития гидропотенциала Шотландского нагорья.

Шестьдесят лет спустя, как Scottish and Southern plc, это одна из шести крупнейших генерирующих компаний в Великобритании с большой клиентской базой в Англии и двумя заводами с комбинированным циклом в Кидби, около Линкольна и в Сибанк к югу от Бристоля. После более чем 50-летнего перерыва компания построила гидроэлектростанцию мощностью 100 МВт в Глендое, которая сбрасывается в юго-западный угол Лох-Несс и была завершена в начале 2009 года.

Когда мы думаем о приливной силе, она предлагает большую электростанцию, построенную через устье реки с реверсивными ламповыми турбинами, чтобы иметь возможность генерировать при восходящем и опускающемся потоке. Это формат приливной электростанции через устье

реки Ранс на северо-западе Франции. Только три станции этого типа были построены, из которых первой, и безусловно самой крупной, была станция мощностью 240 МВт в устье реки Ранс, которая датируется 1967 годом. Есть двадцать четыре турбины с реверсивными лампами мощностью 10 МВт, которые генерировать на восходящем и падающем потоке Средняя выработка за год составляет 68 МВт при производстве 595,7 ГВтч.

Самый высокий в мире приливный диапазон в 16 м находится в заливе Фундай, где расположена станция такого типа мощностью 20 МВт, включенная в дамбу через устье реки Аннаполис, когда она входит в бассейн Минас на канадской стороне реки. бухта. Есть также несколько устьев рек в штате Мэн и Нью-Брансуик, которые имеют большие приливные течения и рассматриваются для других схем.

Приливные устья, которые могли бы поддерживать электростанцию, подобную La Rance, сравнительно немногочисленны и вызвали общественное возражение из-за потенциального ущерба для торговли и среды обитания дикой жизни вокруг лимана.

Заграждение Северн изначально задумывалось как плотина длиной 50 км, но оно перекрывало порты Ньюпорт и Эйвонмут и ограничивало размер судна, которое могло бы проходить через шлюзы, установленные для этой цели.

Но измененное действие приливов будет влиять на дикую природу лимана, который является важным местом зимовки для арктических морских птиц. Чтобы построить его, потребовалось бы десять атомных электростанций мощностью 1600 МВт, чтобы обеспечить 5% национального спроса на электроэнергию, тогда как атомные станции обеспечат более 40% и будут доступны 24 часа в сутки.

Однако есть много речных и прибрежных проходов с высокими потоками тока, которые являются потенциальными местами для генератора приливного течения. Это устройство можно сравнить с подводным ветрогенератором. Первое такое устройство представляет собой блок мощностью 300 кВт, установленный в 2003 году в Линмуте на побережье Северного Девона, с использованием единого генерирующего блока, обрабатывающего приливный ток на входе в Бристольский канал.

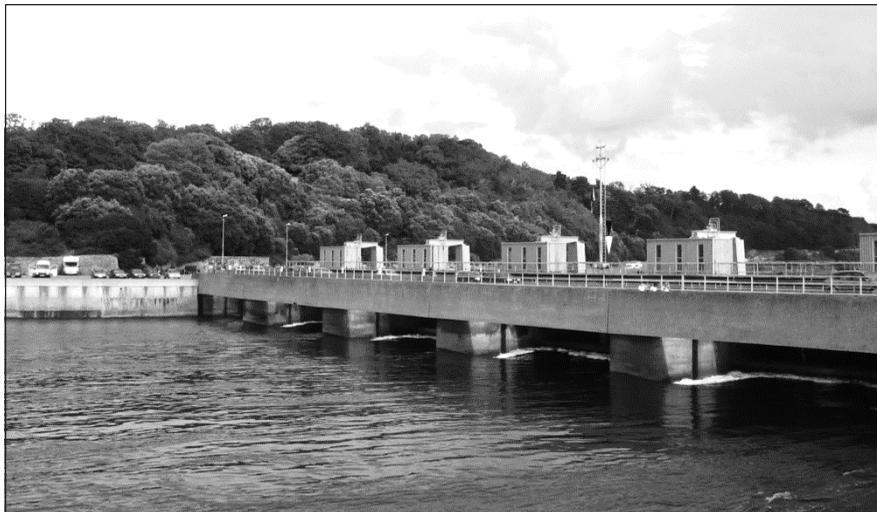
В марте 2008 года в Странгфорд-Лохе было установлено более крупное энергоблок мощностью 1,2 МВт, расположенный на большом морском входе в Северной Ирландии, в 30 км к юго-востоку от Белфаста. Узкий вход в шлейф приводит к быстрому току с высокой удельной мощностью. Это первый коммерческий пример генератора приливных течений, который вступил в эксплуатацию в июне 2008 года.

Разработанный Marine Current Turbines (МСТ), он состоит из высокой колонны, установленной на морском дне, с двумя наборами лопастей турбины, вращающимися со скоростью около 10 об / мин, каждый из которых приводит в движение генератор через коробку передач, которые содержатся в гондолах на противоположных концах балки. Для технического обслуживания вся сборка может быть поднята над водой, удалена и заменена новым или

модернизированным блоком. Настоящее устройство предназначено для установки на глубине от 20 до 40 метров. Но большое преимущество приливной энергии в том, что она может генерировать с синхронной скоростью.

Участок в сужениях, ведущих в Странгфорд Лох, имеет максимальную скорость тока 4,5 м / с. Регулируя шаг лопаток турбины, можно снизить мощность до 1,2 МВт до 2,4 м / с на приливе и отливе. Выход может составлять до 4500 МВтч / год при доступности от 40 до 45%. Устройство было установлено в апреле 2008 года и введено в коммерческую эксплуатацию в июне того же года. Относительно того, когда власть будет доступна, времена прилива известны и изменяются в течение каждого месяца. Весенний прилив, когда Луна и Солнце действуют вместе в гравитационном воздействии на воду, можно в равной степени прогнозировать.

Теперь, когда есть два примера работы системы в морях вокруг Великобритании, все начинает двигаться в приливной силе, не в использовании высоты прилива, а в морских течениях, которые его ведут. Их можно измерить в нескольких местах вокруг любого побережья, чтобы определить плотность энергии потока. В настоящее время существует, по крайней мере, три другие компании, которые проектируют генераторы приливного тока, но только одна - с действующим устройством в коммерческой эксплуатации. Ирландская компания Open Hydro Ltd. установила свою прототипную систему мощностью 350 кВт в Европейском центре морской энергетики (ЕМЕС) в Оркни.



8.7: La Rance, Франция: приливная электростанция мощностью 240 МВт генерирует приливо-отливные приливы и является самой крупной в своем роде в мире (Фото предоставлено Electricite de France)

Конструкция Open Hydro имеет ротор, состоящий из кольца лопастей,

окруженных обмоткой, возбуждаемой постоянным магнитом. Вся сборка вращается внутри кольца статора, и все это устанавливается на тяжелое стальное основание, которое стоит на морском дне. Это полностью погружено. Конструкция необычна тем, что не имеет сплошной оси ротора. Статор имеет форму кольца, по которому проходит ток. Таким образом, только периферия потока, проходящего через лопасти, производит вращение для генерации энергии.

Другая полностью погруженная конструкция основана на приливной турбине Rotech, в которой активный поток проходит через двунаправленную турбину между впускным и выпускным каналами Вентури. Турбина представляет собой обычную конструкцию ступицы, поддерживаемую из секции воздуховода. Вращающиеся лопасти приводят в действие гидравлический насос внутри ступицы, который подает масло под давлением в гондолу генератора сверху. Гидравлические двигатели приводят в действие стандартный генератор мощностью 1 МВт, 11 кВ со скоростью 1500 об / мин, и отсюда мощность отправляется на берег.

Вся система производится компанией Rotech Engineering в Абердине для Lunar Energy, которая является инвестиционной и маркетинговой компанией. Прототип мощностью 100 кВт устанавливается в 42 м воды в ЕМЕС в 2009 году. Второй блок мощностью 350 кВт предназначен для испытаний в Корее. подготовка к установке трехсот энергоблоков по 1 МВт на водном пути Вандо Хёнган между островами у южного побережья. Корейская Midland Power Company планирует ввести в эксплуатацию систему мощностью 300 МВт к 2015 году.



8.8: Великобритания: коммерческий прототип Seagen с генераторами, поднятыми из воды, как и для технического обслуживания. (Фото предоставлено Marine Current Turbines)

Планируется установить вторую меньшую схему с восемью блоками, чтобы E.ON был установлен у головы Святого Давида в Южном Уэльсе. Это будут блоки мощностью 1 МВт, и ожидается, что они будут введены в эксплуатацию к 2010 году.

Самый высокий приливный диапазон в мире находится в заливе Фанди в Восточной Канаде, на высоте более 16 метров, и именно здесь, а также вдоль побережья Мэн и Нью-Гемпшир растет интерес к генератору приливных потоков. МСТ заключила соглашение с компанией Marine Tidal Energy, расположенной в Галифаксе, штат Нью-Йорк, на разработку проекта приливного течения для бассейна Минас в верхней части залива, где приливный ток составляет 3,8 м / с, а около 14 млрд. Тонн воды проходит или выходит из него. каждые 6¼ часов. Установка Seagen Tidal планируется установить там к 2011 году.

В начале бассейна реки Минас, куда река Аннаполис впадает из Новой Шотландии, находится одна из трех приливных электростанций, работающих в мире, с одной колбойной турбиной мощностью 20 МВт, встроенной в дамбу через устье реки. Завершенный в 1984 году, он генерирует около 30 ГВтч / год при нисходящем потоке.

В Соединенном Королевстве RWE присоединились к МСТ в плане установки семи блоков у Северного Уэльса. Это в области, известной как Скерри в северо-восточном углу Англси, недалеко от порта Холихед. Там планируется установить семь блоков общей мощностью около 10,5 МВт. Они будут похожи на блок в Странфорд Лох. Осуществляется обследование участка с целью подачи заявки на получение согласия в 2009 году. Возможно, завод будет введен в эксплуатацию к 2011 году.

В отличие от других возобновляемых источников, приливная энергия предсказуема, и вы можете поймать ее при подъеме и спаде прилива. С этой точки зрения легко узнать, когда электроэнергия будет доступна, а когда нет, и ее гораздо легче интегрировать в существующую систему энергосистем, чем ветрогенераторы.

Конечно, генераторы приливного течения находятся под водой и поэтому могут рассматриваться как угроза для популяций рыб и морских млекопитающих, таких как тюлени, дельфины и родственные виды. Но генераторы вращаются относительно медленно, и общая турбулентность морской воды отпугнет их. Тем не менее, воздействие на рыбу и популяцию тюленей в Странфордском заливе будет изучено в течение пяти лет испытания.

Приливные течения кажутся наименее проблематичными из возобновляемых источников энергии. Но они должны быть разработаны для работы в изоляции. Генераторы рассчитаны на четырехлетний цикл обслуживания, который аналогичен циклу, используемому в большей части нефтегазовой промышленности.

Легко представить установку приливного течения как подводную ветряную электростанцию, но разработка более крупных установок ограничена. Блок Rotech мощностью 1 МВт имеет общую высоту 25 метров и

предназначен для участков на глубине более 40 метров. Но есть проблемы с заготовкой, сборкой и установкой материалов, которые есть у любой ветропарка. Отдельные агрегаты весят около 2500 т, поэтому на корейской установке должно быть около 750 000 тонн стали, все из которых должны быть изготовлены и переработаны в компоненты, а также по каким затратам энергии для этого и установки на месте 300 единиц. По крайней мере, Корея имеет около 30% ядерных мощностей, которые не имеют выбросов и могут поставлять часть энергии для их создания.

Но сила ветра не была хорошей ездой. Общественное мнение боролось против энергии ветра из-за ее огромного воздействия на окружающую среду. Европейская экологическая политика вынудила отменить ветряную электростанцию мощностью 670 МВт на острове Льюис из-за ее воздействия на окружающую среду с 186 ветрогенераторами в области, представляющей научный интерес.

Shell вытасила из лондонского массива еще одну огромную морскую ветряную электростанцию мощностью 1000 МВт с 341 из ветряных турбин по 3,5 МВт, которая должна быть установлена в 20 км от побережья Кента и Эссекса через устье Темзы по причине затрат. Centrica, которая уже владеет действующей ветряной электростанцией у Барроу-ин-Фернесс и строит Линн и Иннер Даузинг у побережья Линкольншира, также публично заявляет о растущих затратах на их сборку и возведение, что приводит к маргинализации экономики ветра.

Поскольку общественное мнение в Великобритании вынудило ветряные электростанции у берегов, эти проблемы являются реакцией на резкий рост цен на нефть и сырье с 2006 года. Но каждый ветрогенератор состоит из стандартных элементов, которые собираются на заводе под высоким контролем качества.

Ветрогенератор ограничен в размерах из-за длины лопастей. Машина мощностью 5 МВт имеет лезвия длиной 61,3 м. Является ли это ограничением по размеру при существующей технологии? Для достижения более высокой производительности требуется более высокая и прочная мачта с более тяжелой гондолой, установленной сверху с более длинными и прочными лезвиями. Блок мощностью 7,5 МВт, который будет установлен в Блит на северо-востоке Англии, имеет высоту 198,25 м до максимальной высоты кончика лезвия. Около 2% из 2300 ветрогенераторов, установленных в Великобритании и за ее пределами, поражаются молнией каждый год

Предполагая, что ветроэлектростанция построена, готовые блоки не похожи ни на одну другую электростанцию. Атомная станция мощностью 1000 МВт может заключить договор на поставку электроэнергии при ежегодной доступности. Оператор может сказать, когда ему необходимо отключиться для технического обслуживания и дозаправки, сколько времени это займет и в какое время года.

Оператор ветряной электростанции мощностью 1000 МВт не может с уверенностью сказать, когда он может обеспечить полную мощность 1000 МВт и в какое время суток. Климат страны, где расположена ветряная

электростанция, дает некоторое представление о том, когда самые ветреные времена года. Но они не могут с уверенностью сказать, что они будут иметь доступность 35%, и когда до ближайшего часа они могут ожидать, что будут генерировать. Подобное предложение от гидростанции было бы возможно, потому что вода может быть сохранена

Так мы пошли неправильный путь к заявлению? Возобновляемые источники энергии зависят от природных явлений, которые различаются по своему возникновению и интенсивности. Они зависят от наличия других резервных возможностей, когда они недоступны, что может быть комбинированным циклом. Ветряная электростанция мощностью менее 100 МВт может быть размещена на вращающемся резерве тепловых станций в системе, как, вероятно, многие из них.

Если, с другой стороны, эти крупные ветряные электростанции не были построены, а отдельные отрасли были установлены в определенных отраслях, то это был бы случай получения энергии ветра, когда она есть, и получения энергии из сети в другое время. Один генератор мощностью 2 МВт в поле, который можно было бы легко экранировать с некоторых направлений, был бы более приемлем для общественности, чем огромная ферма из пятидесяти идентичных блоков. Потребляемая энергия ветра будет бесплатной, а энергия ветра, которая не может быть использована, скажем, ночью и в выходные дни, будет приносить доход, который будет сопоставляться со стоимостью электроэнергии, купленной в сети.

Но есть и еще один аспект, особенно ветроэнергетика, о котором никто, кажется, не говорит, не в последнюю очередь в правительстве, где зеленые аргументы в пользу возобновляемых источников энергии и сохранения сохраняются. Возобновляемая энергия генерируется большим количеством маленьких единиц. Поэтому существует большая площадь суши или моря, которая должна быть занята, чтобы единицы могли быть расположены достаточно далеко друг от друга, чтобы одна единица не мешала своим соседям.

Во-вторых, поскольку они зависят от природных явлений, которые различаются по интенсивности и времени работы, конструкция отдельных блоков должна быть достаточно прочной, чтобы выдерживать полный диапазон скоростей ветра, что на шельфе означало бы шторм Force 10. В таких обстоятельствах ветрогенератор не будет работать, но должен иметь возможность снова запускаться, как только ветер уменьшится до диапазона определенных рабочих скоростей. Лопасты должны быть достаточно прочными, а опорная колонна, которая выдерживает нагрузку в несколько тонн, не должна изгибаться при сильных ветрах.

Под морем все по-другому. Вода плотнее воздуха, и параллельные узлы могут быть размещены гораздо ближе друг к другу. Приливный ток измеряется в м / с, а не в км / ч, но единицы должны быть надежно закреплены на морском дне. Самый простой способ добиться этого - установить его на тяжелую стальную опорную раму, которую можно просто поставить на морское дно. Фактическая установка генератора проще, потому

что генератор может быть спроектирован для работы на частоте 50 или 60 Гц, как и любой другой генератор на суше. Но это установлено на тяжелой, изготовленной стальной основе.

Конечно, можно производить электроэнергию из возобновляемых источников энергии, но, за исключением нескольких стран с большими гидроэнергетическими мощностями, она не может обеспечить общий объем поставок из-за прерывистой работы. Можно ли считать это устойчивым? Определенно нет, но то, что было сделано, сделано

Но проблема с новыми возобновляемыми источниками энергии заключается в отсутствии постоянной доступности. Для начала, если диаметр ротора для ветрогенератора превышает 120 м, то каждый блок должен быть отделен от своего соседа не менее чем на 500 м, чтобы избежать помех между соседними блоками. Таким образом, морская ветровая электростанция мощностью 180 МВт с пятью рядами из десяти генераторов будет покрывать площадь моря 67 500 га, тогда как комбинированный цикл мощностью 180 МВт с двумя газовыми турбинами мощностью 60 МВт и паровой турбиной займет около 4 га. Кроме того, комбинированный цикл будет иметь ежегодную готовность более 90% по сравнению с чуть более 30% для ветропарка. Для обеспечения доступности комбинированного цикла на уровне 90% потребуется сорок пять из пятидесяти ветроэлектростанций, которые будут работать с максимальной продолжительностью 24 часа в сутки и 365 дней в году.

Кроме того, в случае комбинированного цикла производительность является предсказуемой. Планировщики будут знать каждый день, что на станцию поступает газ для обеспечения выработки в течение следующих 24 часов. Но не может быть той же уверенности с ветром. Прогноз погоды скажет им, будет ли ветер, но не может быть точным относительно времени, силы и продолжительности ветра, чтобы они могли определить, сколько генераторов может работать в какое время суток.

Таким образом, если возобновляемая энергия имеет долгосрочное будущее, она должна использоваться вместе с энергетическими системами на основе топлива настоящего времени. Проще говоря, это означает использование ветрогенератора, когда дует ветер, и солнечной энергии в дневное время. По этой причине энтузиазм в отношении ветра особенно велик в странах, где правительства отвергли или открыто враждебно относятся к ядерной энергетике: в Европе, в основном это Дания, Испания и Германия.

Неожиданным уловом возобновляемых источников энергии является энергия, потребляемая при их строительстве. Морская ветровая электростанция мощностью 160 МВт будет иметь сорок пять из существующих 3,7 МВт ветрогенераторов. Сначала изготовить опорные колонны длиной 100 м и диаметром 10 м. и сорок пять комплектов гондол, лезвий и другого оборудования, которые должны быть частично собраны и отправлены в порт, из которого они будут приняты для установки. Обычно это приурочено к окончательной сборке на море в летние месяцы, когда морские условия, как правило, более благоприятны.

Сравните это с приливной фермой мощностью 160 МВт со 135 крупнейшими имеющимися агрегатами мощностью 1,2 МВт, которые будут установлены на 135 тяжеловесных стальных основаниях по 2000 т каждая: более четверти миллиона тонн стали. Если предположить, что они построены, то сколько энергии требуется для производства всей этой стали и изготовления ее в различных колоннах и базовых сборках. Сколько меди должно быть произведено для кабелей, чтобы соединить генераторы с береговой подстанцией?

Отметим, что 160 МВт - это номинальная мощность модульного реактора с газовым охлаждением, находящегося в стадии разработки, который в настоящее время разрабатывается, который размещается в корпусе реактора высотой 27 м и диаметром 6,2 м и занимает участок менее 20 га.

Если целью учения является разработка системы электроснабжения, которая наносит меньший ущерб окружающей среде, мы должны помнить, что новая технология в небольших установках требует гораздо больше энергии для производства материалов и их строительства, чем для обычной тепловой системы прошлого. Ущерб окружающей среде является долгосрочным не только из-за чрезмерного использования энергии для производства этих небольших генерирующих блоков, но и из-за ограниченной доступности энергии, требующей резервного копирования от существующих старых работающих на ископаемом топливе блоков, когда они не могут работать.

Все возобновляемые источники энергии являются производителями электроэнергии и не имеют потенциала для комбинированного производства тепла и электроэнергии, за исключением паровых электростанций, работающих на биомассе. Если нам нужно перевести уголь в дизельное топливо, не содержащее серы, то для этого процесса требуется тепло, которое обычно вырабатывается путем сжигания некоторого сырья.

Собираемся ли мы продолжать это делать или будем использовать высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы, когда они станут доступными для подачи пара или высокотемпературного воздуха для процесса, чтобы все сырье можно было использовать для производства продукта?

Это основная проблема возобновляемых источников энергии. Люди, которые сначала защищали это и навязывали его правительствам, - это те же самые люди, которые протестовали против ядерной энергии в прошлом и не видят, к чему движется мир с ростом населения и постоянно растущим спросом на энергию.

В течение последних 60 лет, после окончания Второй мировой войны, европейское мнение разделялось между теми, кто любит Америку, и теми, кто ненавидит ее. Это разделение сохранялось на протяжении многих лет, даже когда многие люди воспользовались дешевыми воздушными перелетами через Атлантику, чтобы убедиться в этом.

Отказ Соединенных Штатов подписать Киотский договор привел к утверждению, что они не верят в глобальное потепление и что они являются самой загрязняющей нацией на земле. И все же реальность ситуации совершенно иная.

Забота об окружающей среде движет американскими технологиями на протяжении более сорока лет, но факт заключается в том, что Соединенные Штаты являются одной из немногих очень крупных стран с широко рассредоточенными населенными пунктами, которая имеет тенденцию скрывать результаты. Во время Второй мировой войны на восточном и западном побережьях развивалась огромная индустриальная мощь, за которую боролись за рубежом в западной части Тихого океана и в Европе.

Индустрия Соединенных Штатов была одной из основных инноваций. Паровая турбина и газовая турбина были разработаны в Европе, но именно американские компании стали доминировать на мировом рынке этих продуктов после 1950 года. Но экологические аспекты производства и использования энергии были в значительной степени американским достижением.

Неэтилированный бензин и катализатор выхлопных газов впервые появились для новых автомобилей в Соединенных Штатах в начале 1970-х годов, а первые агрегаты сероочистки дымовых газов появились на новых угольных электростанциях до конца десятилетия.

Установки с комбинированным циклом в Соединенных Штатах имеют катализаторы в котлах-утилизаторах для снижения выбросов NOx с 25 частей на миллион или менее на выпускном фланце газовой турбины до

3 частей на миллион в верхней части дымовой трубы. Это оказало значительное влияние на снижение выбросов оксидов азота.

ТАБЛИЦА 9.1. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ США ПО ТОПЛИВУ

<i>Топливо</i>	<i>Ед. изм.</i>	<i>Рейтинг МВт</i>	<i>Примечания</i>
Биомасса	25	302.7	Багасса, рисовая шелуха и т. д.
Другая биомасса	95	344.3	
Доменный газ	34	1005.5	Стальная промышленность
Черный ликер	164	4108.2	Целлюлозно-бумажное производ.
Геотермальный	217	3170.9	
Газ свалочный	688	1063.5	Фнаэробная обработка
Лигнит	30	14788.2	Техас и Северная Дакота
Твердые бытовые отходы	96	2671.3	Откажитесь от мусоросжигательных заводов
Природный газ	5460	426751.1	
Промышленные отходящие газы	71	1557.4	Водород, пропан и т. д.
Ядерный	104	105584.9	
Приобретенный пар	23	476.4	
Дизельное топливо	3447	28524.4	В основном небольшие двигатели
Дистиллят	84	2676.1	Пикеры газовых турбин
Остаточное масло	178	31271.8	
Отработанное масло	6	79.5	
Нефтяной кокс	32	1766.4	
Битумный уголь	948	181408.7	
Полубитуминозный уголь	473	132065.2	
Другие угли	41	8533.8	Шахтные отходы, брикеты
солнечная	18	411.4	
Лом шин	2	54.8	
Вода	4138	1648768.4	Включает хранилище с насосом
Дерево	174	2984.5	
Древесные отходы	13	359.2	
Ветер	9661	11334.4	Всего блоков на 343 площадках
Итого	26222	2612063.0	

Еще одним достижением является то, что в Нью-Йорке, одном из самых густонаселенных штатов, выбросы парниковых газов в секторе электроснабжения в 2004 году были значительно ниже уровня 1990 года по всем показателям. Это противоречит национальной тенденции, хотя по всей стране выбросы серы и оксидов азота заметно сократились за последние пятнадцать лет. Это может быть связано с большей долей вырабатываемой электроэнергии комбинированными циклами, работающими на газе, и улучшенными характеристиками атомных электростанций.

Помимо этого, существует значительное разнообразие видов топлива, используемых в энергетической промышленности, которые должны включать большое количество промышленных производителей, из которых сталь, целлюлоза и бумага играют значительную роль в производстве значительной части собственного топлива. Двенадцать металлургических заводов в пяти штатах вырабатывают 1000 МВт доменного газа для питания паровых турбин.

Точно так же на целлюлозно-бумажном комбинате, после того как все твердые волокна были удалены для производства бумаги, у вас остался черный щелок, который можно сжигать для производства пара для заготовки и сушки бумаги. Другие растительные остатки, такие как кора и ветки, также можно сжигать для производства большого количества пара. В общей сложности 68 предприятий вырабатывают 4102 МВт, используя в качестве топлива в основном черный щелок.

В конце 2007 года было доступно 26 222 энергоблоков, которые могли бы работать с общей номинальной мощностью 2 612 063 МВт. Топливо указано в таблице, и можно увидеть, что существует большой выбор отработанного топлива и особенно значительный выход энергии при утилизации отходов.

Удивительно, что для страны, которая так зависит от автомобильного транспорта, есть только два завода, использующие утильные шины в качестве топлива. Один из них принадлежит CMS Energy в Эксетере, штат Коннектикут, с паровой турбиной мощностью 31,5 МВт, обслуживающей рынок Новой Англии: другой в Форд-Хайтс, штат Иллинойс, в 25 км к югу от Чикаго, был закрыт с 2004 года, когда первоначальные владельцы подали на банкротство. Geneva Energy приобрела завод и столкнулась с общественным протестом против его плана перезапуска в 2008 году, чтобы сжечь эквивалент 700 шин в час для производства 20 МВт для продажи в общественную сеть.

Но именно эти небольшие вклады в электроснабжение являются наиболее интересными, поскольку они демонстрируют решимость собирать энергию из отходов.

Как и следовало ожидать, основные населенные пункты находятся на переднем крае с Калифорнией и штатами восточного побережья, а также Пенсильванией и Иллинойсом. Самые старые мусоросжигательные заводы датируются примерно 1950 годом на участках реки Элк, Ред-Винг и Илмарт в Миннесоте. Но остальные даты после 1980 года предполагают, что законодательство PURPA могло послужить стимулом для их строительства.

Газ свалок эксплуатировался в течение около 25 лет, и первые проекты были осуществлены в южной Калифорнии в 1984 году. Газ производится путем анаэробного сбраживания отходов животного и растительного происхождения, которые хранятся на свалках.

Мусорные свалки, предназначенные для эксплуатации газогенераторного газа, создают глиняные ячейки, в которые можно помещать отходы, чтобы газ мог концентрироваться и извлекаться через одну или несколько труб. Из-за низкого давления газа на большинстве площадок используются поршневые газовые двигатели мощностью от 500 до 1500 кВт.

После заполнения каждая ячейка закрывается, и когда добыча газа заканчивается, она отключается, и следующая заполненная ячейка подключается к сети. Затем, когда больше нет места для расширения свалки и прекращается вся добыча газа, трубы и другое оборудование можно убрать, а землю вернуть в сельское хозяйство, или превратить в поле

для гольфа, или использовать для какого-либо другого использования.

ТАБЛИЦА 9.2. ЭНЕРГИЯ ОТ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

<i>Штат</i>	<i>Свалки</i>	<i>Мусоросжигательные заводы</i>		<i>Всего</i>
		<i>МВт</i>	<i>МВт</i>	
Аризона	1	5.00		5.00
Калифорния	36	212.90	3	284.50
Коннектикут	2	5.70	6	221.50
Флорида	4	18.00	10	517.80
Грузия	1	2.40	1	7.90
Гавайи	11	63.70		63.70
Айова	1	6.40		6.40
Иллинойс	26	107.40		107.40
Индиана	4	14.60	1	21.10
Кентукки	3	9.60		9.60
Мэн	5	65.60		65.60
Массачусетс	9	31.40	5	329.50
Мэриленд	3	9.50	3	143.00
Мичиган	14	80.40	5	170.50
Миннесота	1	48.90	9	143.80
Северная Каролина	2	12.70	2	23.20
Небраска	1	3.20		3.20
Небраска	3	13.60	2	32.10
Нью-Гемпшир	7	25.20	5	202.50
Нью-Джерси	11	76.40	10	403.70
Нью-Йорк	1	3.80		3.80
Огайо	1	16.80		16.80
Оклахома	2	2.40	1	15.50
Орегон	10	131.60	3	379.20
Пенсильвания	1	7.60		7.60
Род-Айленд	2	8.80	1	21.80
Южная Каролина	2	5.00		5.00
Теннеси	8	37.80		37.80
Техас	1	1.60		1.60
Юта	5	14.40	2	227.40
Виргиния	2	13.20	1	39.20
Вашингтон	12	52.40		52.40
Итого		963.00		2647.20
				3610.20

Конечно, схемы сжигания мусора и захоронения отходов встречаются в других странах, но они начинались как схемы, находящиеся в муниципальной собственности в тех частях Европы, где система электроснабжения в основном находилась в государственной собственности. Дания, например, является одной из нескольких стран в северной Европе, которая в течение многих лет имела мусоросжигательные заводы в крупных городах, которые не только вырабатывают электроэнергию, но и подают тепло в местную систему

централизованного теплоснабжения.

В Соединенных Штатах, однако, централизованное теплоснабжение производится в небольших масштабах и в основном создается на основе более ранних паровых систем, основанных только на котельной.

Совместное использование тепла и энергии в значительной степени ограничивается схемами промышленного энергоснабжения, и немногие схемы централизованного теплоснабжения в основном являются центральными сетями в некоторых столицах северных штатов, начиная с конца 19-го века. Большим стимулом для комбинированной выработки тепла и электроэнергии стал Закон о полномочиях по регулированию коммунальных услуг от 1979 года. Это создало условия для промышленности для выработки собственной тепловой и электрической энергии и продажи излишков электроэнергии коммунальным предприятиям по рыночным ставкам.

Компания NRG Energy LLC, расположенная в Принстоне, штат Нью-Джерси, через свою дочернюю компанию, NRG Thermal, приобрела шесть схем, в том числе одну комбинированную, тепло и электроэнергию, схему в Дувре, штат Делавэр. Он датируется 1984 годом, когда General Foods построила угольную электростанцию мощностью 16 МВт для подачи электроэнергии и технологического пара на свою фабрику. Когда Kraft Foods выкупила их в 1996 году, они продали электростанцию норвежской StatOil, которая в 2000 году продала ее NRG Thermal. Затем были добавлены две газотурбинные установки GE LM6000, чтобы обеспечить пиковую мощность для города Дувр, при этом существующая установка обеспечивает подачу электроэнергии и до 31,8 т / ч пара для Kraft.

У Харрисберга, Пенсильвания, есть паровая система через центр города с 1887 года, которая была передана Пенсильвании Power and Light (PPL) в 1929 году. В настоящее время систему обслуживают три установки: большая паровая установка с четырьмя двойными топливными газами / масляные котлы, три из которых производят 61,5 т / ч, а четвертый - 18 т / ч. В 1986 году был построен второй завод с двумя дизель-генераторными установками мощностью 6 МВт с котлами-утилизаторами, обеспечивающими дополнительные 3,2 т / ч. С начала 2006 года городской мусоросжигательный завод поставил в систему 68 т / ч. Третий завод поставляет охлажденную воду для кондиционирования воздуха от двух 1200-тонных электрических чиллеров.

Эффективно NRG использует параллельные системы отопления и кондиционирования воздуха, которые они поставляют на площадь около 2,6 км². Среди обслуживаемых зданий - комплекс Капитолий штата, Гаррисбургская больница, Гаррисбургский университет науки и технологии, гостиница и торговый центр, а также завод Taylor Wharton, который производит тяжелые стальные баллоны для транспортировки ацетилена и других промышленных газов. На самом деле Гаррисберг типичен для этих районных энергетических схем, которые обеспечивают несколько крупных потребителей энергии в компактной зоне.

Недостатком является то, что в этих схемах используется пар, тогда как в

гораздо более широких европейских схемах в основном используется горячая вода под давлением. Одна схема, которая ввела горячую воду наряду с охлажденной водой и подачей пара, является системой центрального отопления и охлаждения в Миннеаполисе.

Схема там не объединяет тепло и электроэнергию, но она обеспечивает централизованное теплоснабжение и охлаждение от центра города до примерно 100 зданий с 4 миллионами м² жилой площади для отопления и 2 миллионами м² площади в 40 зданиях, которые получают центральное охлаждение. Завод Fairview в Аугсбурге обеспечивает паровое обслуживание в кампусе Аугсбургского колледжа и медицинского центра Университета Миннесоты.

Таким образом, в Соединенных Штатах есть некоторое централизованное теплоснабжение, но в основном на паровой основе, и поэтому оно сконцентрировано среди групп крупных потребителей энергии в небольших сетях в городских центрах, и, поскольку они имеют самые большие нагрузки на кондиционеры летом, для некоторых есть возможность использовать пар для приведения в действие холодильников абсорбции в помещении, в то время как другие берут охлажденную воду из центрального завода.

Гораздо важнее тот факт, что промышленные комбинированные схемы по выработке тепла и электроэнергии обеспечили 4,25% от общего объема электроснабжения населения в 2008 году. Это будет избыточная мощность, продаваемая операторами, некоторые из которых имеют довольно большие генерирующие установки до 250 МВт.

Сельское хозяйство - еще одна интересная группа производителей. С населением в 300 миллионов человек Соединенные Штаты являются крупным производителем сахара, главным образом во Флориде, Луизиане и Техасе, а также риса в Калифорнии и Луизиане. В этих штатах небольшие паровые электростанции работают на жмыхе, рисовой шелухе, соломе и щепе. Десять электростанций выработали 282,7 МВт, и те, которые находятся в ведении производителей сахара, также подают пар на сахарные заводы.

Одним из наиболее интересных является завод Chateau Energy мощностью 21 МВт в калифорнийской Имперской долине, для которого в качестве топлива используется навоз крупного рогатого скота. Это пока единственный в своем роде. По всему Соединенному Штату скот перевозится на кормовые участки вблизи крупных городов, где их убивают до убоя. На этих площадках производится много навоза, и завод по восстановлению ресурсов в Мескит-Лейк-Сити, расположенный примерно в 150 км к востоку от Лос-Анджелеса, был спроектирован для сжигания 600 т / год навоза, и он станет первым из нескольких таких установок, который избавится от растущей проблемы утилизации. через всю страну.

Новичком в производстве топлива из биомассы является шоколадная промышленность. Филиалы европейских производителей импортировали шоколад, приготовленный из какао-бобов, из которых они производили различные продукты для своих местных рынков. Сейчас Sprüngli Lindt в Портсмуте, штат NH, решили изготовить собственный шоколад из

импортных бобов и заключили соглашение с государственной службой штата Нью-Гемпшир. Линдт поставлял выброшенные снаряды, которые PSNH совместно сжигал с углем на своей электростанции Шиллер мощностью 145 МВт. Коммунальные предприятия в начале 2009 года проводили пробные пуски новой топливной смеси.

ТАБЛИЦА 9.3. НЕКОТОРЫЕ БИОМАССОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

<i>Оператор</i>	<i>Локация</i>	<i>Топливо</i>	<i>Мощность МВт</i>
Agrilectric Power Partners	Calcasieu, LA	Рисовая шелуха	13.6
Archer Daniels Midland Co	Enderlin, ND	Щепки	9.8
Chateau Energy Inc	Mesquite, CA	Навоз	21.0
Gay & Robinson Inc	Kauai, HI	Жом	4.0
Hawaiian Sugar Company	Maui, HI	Жом	36.1
M A Patout & Sons Ltd	Jeanerette, LA	Жом	3.0
New Hope Power Partners	Okeelanta, FL	Жом	74.9
PSNH ¹	Portsmouth NH	Обол. какао	145.0
Rio Grande Valley Sugar	Santa Rosa, TX	Жом	7.5
United States Sugar Corp.	Clewiston, FL	Жом	45.7
United States Sugar Corp.	Bryant, FL	Жом	28.5
Wadham Energy Partners	Williams, CA	Рисовая шелуха	28.6
Всего			282.7

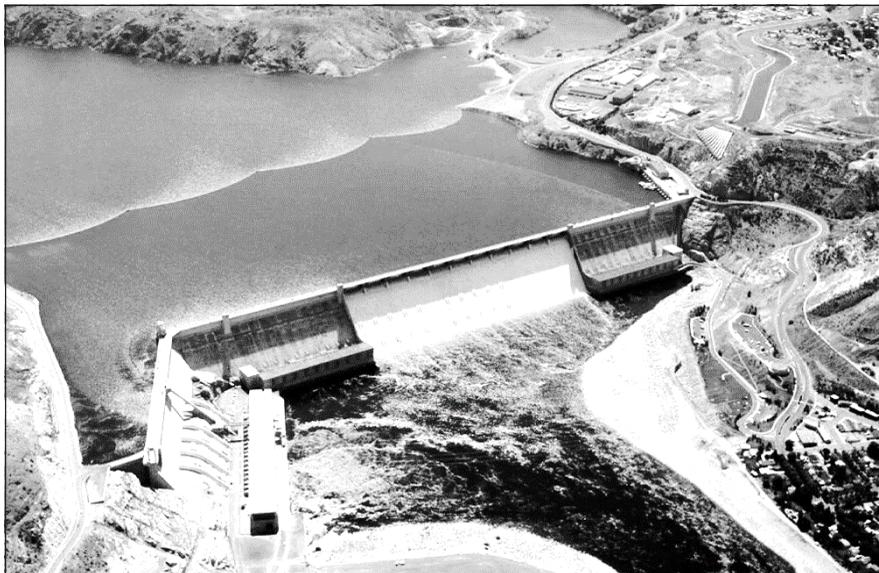
¹Сжигание оболочек какао с углем.

В целом, чистая выработка электроэнергии в Соединенных Штатах на конец 2006 года составила 4065 ТВт·ч, увеличившись на 0,25% по сравнению с предыдущим годом и на 18% по сравнению с предыдущими десятью годами. Таким образом, страна в значительной степени созвучна развитым промышленным странам Европы, которые показали аналогичный низкий рост спроса на электроэнергию за тот же период. Однако потребление электроэнергии на душу населения составляет 11000 кВт·ч / год, что не является самым высоким в мире. В Канаде потребление на душу населения составляет 14000 кВт·ч / год, в то время как в большинстве европейских стран потребление составляет менее половины от показателя США.

Наибольшее производство электроэнергии в Соединенных Штатах было произведено из угля, за которым следовал природный газ, с ядерным двигателем, близким третьим и гидро четвертым. Все остальные источники, включая нефть и ветер, дают менее 2,5% от общего объема. Но ядерная, гидроэнергетика и ветроэнергетика вместе дают 28,85%, полностью свободных от выбросов, и эта сумма неизбежно возрастет. Несколько лицензий «Нового старта» были выданы для атомной станции, в то время как существующие атомные станции набирают мощность за счет модернизации турбин и повышения скорости выгорания топлива.

Есть 104 действующих атомных электростанции, которые обеспечивают почти 20% национального энергоснабжения, и многим за последние восемь

лет были продлены срок службы, и большинство из них все еще будут работать после 2030 года. Власти Теннессиской долины строят второй из двух реакторов в их сайт Watts Bar. Ожидается, что ПЭС мощностью 1200 МВт будет введена в эксплуатацию в 2012 году.



9.1: Гранд Кули Дам, США. Три установки вырабатывают 6500 МВт с помощью насосной станции для орошения центра штата Вашингтон. (Фото предоставлено Reclamation)

Первый из новых реакторов, который, как ожидается, будет в округе Леви, штат Флорида, вероятно, будет завершен и будет введен в эксплуатацию в 2017 году.

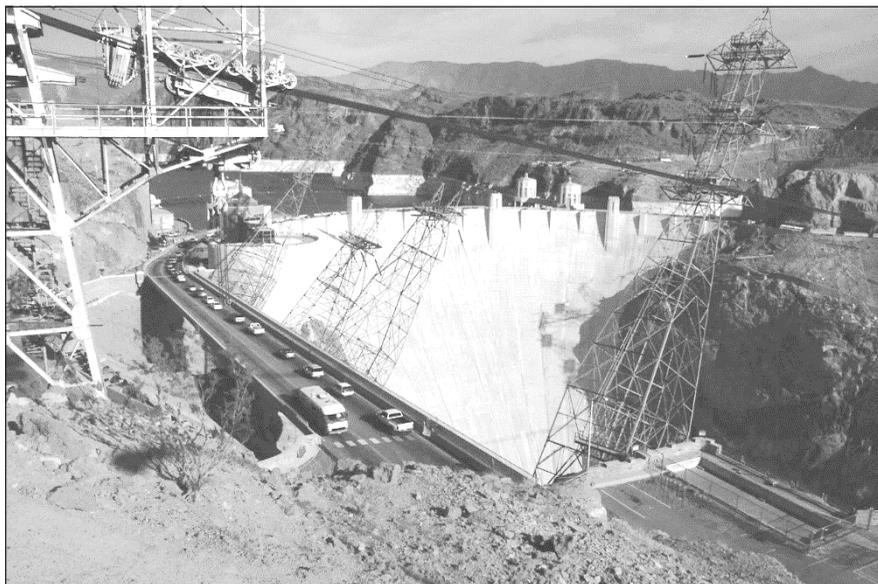
Другим аспектом американской энергетики является гидроэнергетика, которая была основным источником электричества на большей части территории страны в первой половине 20-го века. Плотина Гувера на нижней реке Колорадо, построенная в 1938 году, послужила катализатором развития пустынных штатов на юго-западе.

Тем не менее, уровень озера Мид упал в связи с последствиями засухи и возросшей потребности в воде в Лас-Вегасе за последние восемь лет, и если в верхнем течении не будет дождей, это может в конечном итоге поставить под угрозу работу электростанции.

В 1942 году в штате Вашингтон на реке Колумбия была построена еще большая плотина Гранд-Кули, и, хотя она предназначалась как для выработки электроэнергии, так и для ирригации, военные усилия сделали акцент на выработке электроэнергии, и ирригационные услуги не начались до окончания войны. Позже была добавлена третья электростанция, и насосная станция была удвоена с использованием реверсивных насосных турбин в

новой секции, чтобы она также могла функционировать как пиковая установка.

Шестьдесят пять лет спустя в Гранд-Кули есть три электростанции с двадцатью четырьмя генераторами общей мощностью 6500 МВт и двенадцатью насосными установками, которые обеспечивают орошение 245 000 га сельскохозяйственных угодий в центральном штате Вашингтон через систему водохранилищ и каналов.



9.2: Плотина Гувера, США. Завершено в 1938 году возле Лас-Вегаса, Невада. Долгосрочная эксплуатация электростанции находится под угрозой из-за низкого уровня осадков в последние годы и высокого спроса на воду в регионе.

В конце 2006 года в Соединенных Штатах действовало 4142 водяных турбин общей мощностью 96 923,7 МВт, которые были усилены за счет гидроэнергии, экспортируемой из Квебека. Манитоба и Британская Колумбия, три провинции Канады с большими гидроэнергетическими запасами. На существующих гидроэлектростанциях США, самые старые из которых относятся к 1920-м годам, также проводится реконструкция турбины и модернизация генераторов.

Таким образом, утверждать, что активисты «Зеленых» утверждают, что Соединенные Штаты не верят в глобальное потепление и загрязняют атмосферу во что бы то ни стало, явно не соответствует действительности. Нет стран, в которых нет крупных компонентов гидроэлектростанций или атомных станций, которые могли бы указывать на то, что 30% их электроснабжения были бы полностью свободными от выбросов.

Однако администрация Буша приступила к сокращению потребления электроэнергии, приняв закон о переходе от ламп накаливания к низкоэнергетическому флуоресцентному освещению. Он также лицензировал новые конструкции ядерного реактора и преобразовал процедуру лицензирования в единый формат, который должен применяться лицензиатом в течение 20 лет.

Еще одна законодательная мера - расширение федеральной схемы налоговых льгот на чистую энергию. Налоговый кредит на производство, который выплачивает 20 долларов США / МВтч производителям возобновляемой энергии, включая энергию ветра, биомассы, геотермальной энергии и гидроэнергии, действует еще один год и для каждого случая действует в течение десяти лет с даты запуска. Инвестиционный налоговый кредит на технологии солнечных батарей и топливных элементов продлен на восемь лет.

ТАБЛИЦА 9.4 РОСТ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ (ТВт·ч)

<i>Год</i>	<i>Уголь</i>	<i>Нефть</i>	<i>Газ</i>	<i>Ядерю</i>	<i>Обновл.</i>	<i>Другие</i>	<i>Всего</i>
1955	301.4	37.1	95.3		116.2	0.3	550.3
1960	403.1	48.0	158.0	0.5	149.4	0.2	759.2
1965	570.9	64.8	221.6	3.7	197.0	0.4	1058.4
1970	704.4	184.2	372.9	21.8	251.0	0.8	1535.1
1975	852.8	289.1	299.8	172.5	303.2	3.4	1920.8
1980	1161.6	246.0	346.2	251.1	279.2	5.5	2289.6
1985	1402.1	100.2	291.9	387.3	284.3	10.7	2476.5
1990	1594.0	126.6	383.2	573.4	292.9	67.9	3038.0
1995	1709.4	74.6	510.0	670.7	310.8	78.1	3353.5
2000	1966.3	111.2	615.0	751.4	275.6	85.7	3802.1
2005	2013.2	122.5	774.3	775.4	270.3	99.7	4055.4

Иммиграция, рост промышленности и повышение уровня жизни привели к восьмикратному увеличению спроса на электроэнергию за последние 50 лет. В 1950-х годах угольная и гидроэнергетика были основными источниками электричества, причем нефть и газ были сосредоточены в основном на юге и западе, где были нефтяные месторождения, но пока не было разработано угольных месторождений. Первые газовые турбины использовались для повышения эффективности работы установок, работающих на нефти, путем использования выхлопных газов для нагрева питательной воды. В 1957 году первая атомная станция WW Wingtinghouse мощностью 68 МВт была введена в эксплуатацию в Шиппингпорте, штат Пенсильвания.

В то время отрасль электроснабжения была организована государством с коммунальными и инвестиционными группами, принадлежащими инвесторам. Но были две правительственные организации, которые также генерировали и передавали энергию и которые развивались из Нового курса Рузвельта в 1930-х годах. Управление Теннесси-Вэлли со штаб-квартирой в Ноксвилле, штат Теннесси, было создано как коммунальная компания для строительства ряда

гидроэлектростанций на реке Теннесси для снабжения потребителей в Теннесси и соседних штатах на юго-востоке.

Администрация по энергетике Бонневилля со штаб-квартирой в Портленде, штат Орегон, была создана в качестве Агентства по маркетингу электростанций, находящихся в федеральной собственности, главным образом в западных штатах, и управляется Инженерным корпусом армии США и Бюро по утилизации. Соединение было не по всей стране, а внутри трех крупных региональных групп, восточной и западной, разделенных рекой Миссисипи и штатом Техас.

Сорок лет назад кислотные дожди привели к обсуждению вопроса о сжигании западных углей с низким содержанием серы на восточных электростанциях. FGD, с коммерческим продуктом, гипс, в конце концов, был лучшим решением, чем процессия грузовых поездов длиной

2 км, перевозящих уголь на восток и порожних вагонов в другую сторону, которые будут доминировать в грузовых перевозках на трансконтинентальных маршрутах. Кроме того, продажа побочного продукта из гипса даст доход, чтобы помочь оплатить установку FGD.

Установки, работающие на угле, были построены рядом с западными угольными месторождениями для снабжения западных штатов, и по мере их завершения доля нефти в электроснабжении начала снижаться. Но с тех пор давление на окружающую среду усилилось против угля, который в 2006 году обеспечил 49% электроэнергии, произведенной в Соединенных Штатах. Ожидается, что к 2030 году спрос вырастет до 5800 ТВт-ч, причем на долю угля все еще приходится наибольшая доля.

Но какая установка будет обеспечивать эту энергию, будет ли это устаревшая паровая электростанция без улавливания углерода или новые схемы IGCC (интегрированный газификатор и комбинированный цикл)?

Около 68% имеющихся мощностей на всех угольных электростанциях на конец 2005 года было не менее 35 лет, и большая часть из них значительно старше. Фактически почти вся эта старая установка работает на паровых циклах с низким давлением и эффективностью не более 35%. Таким образом, конкретная проблема, которая должна решаться с большей срочностью по прошествии времени, заключается в замене этой способности и чем.

IGCC, как в настоящее время задумано, менее эффективен, чем угольная сверхкритическая паровая установка, и даже меньше, если оснащен улавливанием углерода. IGCC нуждается в дальнейшей разработке, помимо использования более крупных газовых турбин класса H, и если CCS включен, газовые турбины должны иметь

возможность сжигать водород при более высоких температурах с такими же характеристиками выбросов, что и существующие газовые турбины класса F.

В 1962 году исследование, проведенное компанией Bechtel для новой электростанции в Техасе, показало, что строительство паровой электростанции мощностью 120 МВт, но с газовой турбиной, обеспечивающей нагрев питательной воды, обойдется на \$ 3,60 за кВт ниже, чем установка мощностью

120 МВт с обычным паром для повторного нагрева. цикл. Никакое такое ценовое преимущество не пришло с экологическими дополнениями к современным паровым установкам в десять раз больше. Добавление улавливания углерода еще больше увеличит стоимость.

В течение долгого времени существовала необходимость сокращения импорта топлива. Большая часть природного газа поступает с Аляски и Канады, но все больше сжиженного природного газа поступает из Тринидада, Норвегии, Индонезии, Ближнего Востока и Нигерии.

Запланированный в 2001 году рост мощностей, работающих на газе, был остановлен из-за роста цен и банкротства Enron, крупного поставщика газа и разработчика проектов. Поскольку индустрия дерегулировала ряд генераторов, инвестировавших средства в зарубежные генерирующие компании, чтобы получить опыт работы с системой в других странах, в основном в Великобритании и Австралии. Аналогичным образом компании из нерегулируемой Европы переехали в Соединенные Штаты, в том числе National Grid и Centrica из Великобритании, Suez Tractebel из Бельгии и E.ON из Германии.

Некоторые покупали коммунальные системы, другие покупали специальные электростанции и строили больше. Компания International Power в Великобритании открыла штаб-квартиру American National Power (ANP) в Хьюстоне, штат Техас.

Европейские производители также приобрели американскую промышленность. Наиболее ярким примером является покупка компанией Siemens неядерного бизнеса Westinghouse в 1998 году, а также компании по обслуживанию газовых турбин Turbocare. Turbocare - это по-настоящему глобальная группа технического обслуживания, которая охватывает не только газовые турбины Siemens. Эллисон был принят Роллс-Ройсом. Westinghouse Nuclear отправилась на британское ядерное топливо, но в 2005 году была продана Toshiba, с тех пор как они получили свой первый заказ на усовершенствованный PWR в Китае.

АББ до того, как они были связаны с Alstom, приобрела подразделение Combustion Engineering в Виндзоре, штат Коннектикут, и на основе опыта CE с прямоточными котлами разработала установку для блоков с одноцилиндровым комбинированным циклом GT24. В Соединенных Штатах и Мексике действует около 28 таких установок, каждая из которых имеет схожую конструкцию с генератором, установленным по центру, и двухконтурным котлом Бенсона с выходом высокого давления при 160 бар, 560 ° C и высокой КПД двухскоростной паровой турбины.

Первый был установлен в Агаваме, Массачусетс, в 2001 году, для Berkshire Power. 14 наборов ANP находятся в Техасе в Midlothian (6) и Hay (4); и в Массачусетсе в Блэкстоуне и Беллингхеме, по два на каждого. Единственные изменения заключаются в системе охлаждения и некоторой изоляции, чтобы соответствовать критериям шума на границе участка.

104 действующих в настоящее время ядерных реактора не имеют выбросов и продемонстрировали значительное улучшение

производительности в последние годы и стабильности генерирующих затрат по сравнению с альтернативами, работающими на ископаемом топливе.

Еще одна первая серия реакторов должна быть завершена как блок 2. Watts Bar. Хотя это впервые появилось в планах TVA еще в 1970 году, строительство двух реакторов было отложено не столько из-за антиядерного протеста, сколько для Обыденная ситуация низкого роста спроса на электроэнергию. Это не помешало атомной промышленности разработать новые конструкции реакторов. Все они производятся в одном или нескольких стандартных образцах для мирового рынка, и на сегодняшний день четыре образца получили сертификацию.

GE произвела модернизированную конструкцию своего реактора в качестве усовершенствованного реактора с кипящей водой и установила первые два в Японии на станции Kashiwazaki Kariwa компании Tokyo Electric Power в виде блоков 6 и 7 каждый по 1315 МВт, строительство было завершено в ноябре 1996 года и июле 1997 года.

Третий японский блок был позже продан Chubu Electric мощностью 1325 МВт и находится в эксплуатации с января 2005 года. Для США и других рынков BWR получил дальнейшее развитие как «Экономически упрощенный», ESBWR.

Westinghouse разработала версии Advanced PWR мощностью 600 и 1100 МВт, и это более крупная установка, которая достигла первых продаж двух реакторов на каждой из двух площадок в Китае. Четырнадцать блоков охвачены новыми лицензиями на запуск, и конструкция реактора также прошла первоначальную оценку британских ядерных регулирующих органов для возможного использования в новой ядерно-энергетической программе этой страны.

Некоторые из новых лицензий в Соединенных Штатах были выданы операторам существующих установок для установки дополнительных блоков на их площадках, причем TVA и Entergy выделены для первых коммерческих примеров проектов AP 1000 и ESBWR соответственно.

Двадцать лет назад люди бегали вокруг и говорили, что в Соединенных Штатах больше не будет построено ни одной атомной электростанции. Сочетание протеста Зеленых и низких темпов роста спроса на электроэнергию означало, что строительство тех электростанций, которые пережили различные трудности с лицензированием, замедлилось, что просто побудило людей мыслить таким образом. Промышленность поддерживалась несколькими заказами на Дальнем Востоке и одним в Великобритании вместе с обслуживанием и модернизацией действующих предприятий.

В июне 2005 года президент Джордж Буш совершил официальный визит на атомную станцию в Калверт-Клиффс, штат Мэриленд. Около 26 лет назад администрация Картера поставила под вопрос ядерно-энергетическую программу с отменой перерабатывающей установки в Барнвелле и форсированием работы топливного цикла.

Все это должно было измениться, поскольку в своей речи на электростанции президент объявил о своей решимости возродить атомную

отрасль, с тем чтобы она могла сыграть свою роль в содействии очистке производства энергии и сокращению импорта топлива.

Два месяца спустя, в августе 2005 года, был принят Закон об энергетической политике. Это стимулирует инвестиции в технологии, не связанные с выбросами углекислого газа. В частности, он предусматривал стимулы для строительства новых реакторов в форме федеральных налоговых льгот и гарантий по кредитам для первых шести реакторов, которые будут построены, а также страхование от регуляторных рисков, которые покрывали бы расходы до 500 миллионов долларов США, вызванные любыми задержками лицензирования новый проект.

Процедуры лицензирования также были упрощены. Вместо отдельных лицензий на строительство и эксплуатацию была создана единая лицензия для нового запуска, представляющая собой единую лицензию на строительство и эксплуатацию завода на выбранной площадке.

По завершении строительства будут проведены контролируемые испытания, ведущие к коммерческой эксплуатации. Весь процесс должен увидеть первую из новых атомных станций в эксплуатации к концу 2017 года.

В конце 2008 года заявки на получение лицензий на строительство и эксплуатацию были поданы в Комиссию по ядерному регулированию на семнадцати участках. Из двадцати шести реакторов четыре являются ЭПР мощностью 1600 МВт, из которых ведущим блоком является Calvert Cliffs, MD, а два - Mitsubishi USAPWR мощностью 1700 МВт. Но это говорит о том, что ядерный бизнес становится все более международным с американскими версиями реактора EPR и Advanced PWR Mitsubishi, которые, как ожидается, получают сертификацию NRC к концу 2009 года.

Вначале проблема с американской промышленностью заключалась в общем нежелании принимать контракты под ключ. Коммунальные предприятия всегда заказывали котлы и паротурбогенераторы по отдельным контрактам, так почему бы не реактор, ведь это был только особый тип котла. В любом случае двумя первоначальными поставщиками реакторов были котельные компании: Babcock & Wilcox и Combustion Engineering, которые предлагали альтернативные конструкции PWR в дополнение к изготовлению корпусов реакторов и парогенераторов для GE и Westinghouse. Таким образом, не было единого стандартного проекта, кроме как на таких объектах, как Osonee, NC, и Pinnacle West, Пало-Верде, Аризона, на каждом из которых было три одинаковых генерирующих блока.

В связи с отсутствием недавней конструкции и улучшенными характеристиками существующих реакторов общественное мнение значительно изменилось. В настоящее время существует явное большинство в две трети к одному в пользу продолжения ядерного развития.

Для страны, импортирующей все большее количество топлива, ядерная энергетика имеет два конкретных преимущества. Во-первых, уран является внутренним ресурсом и что вместе с отходами ядерного оружия в отставке существует огромный потенциал для ядерной энергетики, особенно со

смешанным оксидным топливом, но только для производства электроэнергии. Во-вторых, нет никаких выбросов от эксплуатации. Таким образом, если бы страна в целом достигла 60- процентного уровня ядерной энергетики, как это делают некоторые из их азиатских союзников и конкурентов, это привело бы к значительным изменениям качества воздуха.

Но как бы ни было подавляющее большинство, все еще есть 30%, которые против атомной энергетики и все еще активны. Они могут вызвать больше протеста, и это может быть причиной того, что правительство упростило процедуру лицензирования до единой лицензии на строительство и эксплуатацию. и создать схему страхования, чтобы компенсировать задержки лицензирования для первого из новых реакторов.

ТАБЛИЦА 9.5. ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЯ В КОНЦЕ 2008 ГОДА

<i>Владелец</i>	<i>Площадка</i>	<i>Тип №</i>	
STP Nuclear Operating Co.	Matagorda County, TX	2	ABWR
Tennessee Valley Authority	Bellefonte, AL	2	AP1000
Dominion Energy	North Anna, VA	1	ESBWR
Duke Energy	Cherokee County, SC	2	AP1000
Progress Energy	Shearon Harris, NC	2	AP1000
Entergy	Grand Gulf, MS	1	ESBWR ¹
UniStar	Calvert Cliffs, MD	1	EPR
Southern Nuclear	Vogtle, GA	2	AP1000
SCE&G V.C.	Summer, SC	2	AP1000
Progress Energy	Levy County, FL	2	AP1000
Exelon Generation	Victoria County, TX	2	ESBWR
Detroit Edison	Fermi, MI	1	ESBWR
Luminant (TXU)	Comanche Peak, TX	2	USAPWR
Entergy	River Bend, LA	1	ESBWR*
AmerenUE (UniStar)	Callaway MO	1	EPR
UniStar (Constellation)	Nine Mile Point NY	1	EPR
PPL (UniStar)	Bell Bend PA	1	EPR

¹Применение угля с ESBWR, но отложено для рассмотрения других типов реакторов.

Значительно улучшенные характеристики американского ядерного флота за последние пятнадцать лет были связаны с дерегулированием электроснабжения, которое, среди прочего, сконцентрировало ядерных операторов в группы специалистов, которые смогли лучше объединить услуги по техническому обслуживанию и запасные части и таким образом улучшить доступность, который в настоящее время составляет в среднем более 90%.

За это время атомная отрасль сосредоточилась на эксплуатации и совершенствовании существующего парка реакторов. Но с ростом ядерного строительства по всему миру Areva, возвращаясь к своим истокам в Германии и Франции, построили между собой в общей сложности 102 реактора, из которых все, кроме десяти, находятся в Европе, при этом большинство во Франции

У Areva есть расширяющаяся промышленная база в Соединенных Штатах, сосредоточенная в топливном цикле. В сотрудничестве с Shaw Group они строят завод по производству смешанного оксидного топлива на участке

реки Саванна в Южной Каролине. Строительство началось в 2007 году, а производство, как ожидается, начнется в 2016 году. Источником завода было соглашение США с Россией, согласно которому каждая страна выведет из эксплуатации 34 тонны плутония военного качества и будет использовать его для производства топлива смешанного типа для энергетических реакторов. Areva уже производила образцы смешанных оксидных пучков на своем заводе Cadarache во Франции в 2004 и 2005 годах, которые поставлялись на электростанцию Duke Energy на Catawba в Северной Каролине.



9.3: Дрезден, Иллинойс: Одна из шести атомных электростанций в штате имеет две БЭП GE 850 МВт с лицензией на эксплуатацию, продленной до 60 лет. (Фото предоставлено корпорацией Exelon)

В мае 2008 года Areva выбрала участок в округе Бонневиль, штат Иллинойс, в 30 км от Айдахо-Фолс для установки по обогащению на центрифуге. Это первые шаги после создания Глобального партнерства по ядерной энергии (ГНЕП) в 2003 году для устранения ущерба, нанесенного промышленности в 1979 году под председательством Картера.

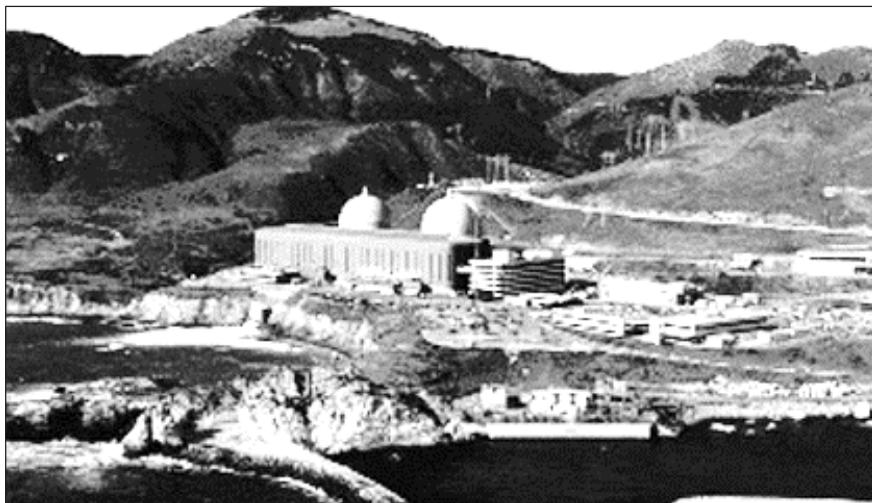
GNEP - это начало мировой индустрии топливного цикла для переработки отработавшего топлива для всех операторов и производства смешанного оксидного топлива для расширения использования уранового ресурса, а также для потребления материала деградированных боеголовок государств, обладающих ядерным оружием.

Но с лицензированием новых конструкций реакторов, которые уже продаются за границей, ассортимент конструкций расширяется на более мелкие единицы с более широкой возможностью применения. Наиболее важным из них является модульный реактор с галечным слоем, который разрабатывается в Южной Африке и Китае.

Реактор изучается как в качестве генератора электроэнергии, так и в

качестве источника тепла для газификации угля и переработки горючих сланцев. Он является предметом заявки на получение лицензии NRC, которая, как ожидается, будет завершена в 2012 году, когда первый блок должен быть близок к эксплуатации в Южной Африке, после чего в Ханфорде, штат Вашингтон, будет построен американский прототип.

Важность этого реактора заключается в его низкой производительности и высокой рабочей температуре, которая поддается газификации угля и другим подобным процессам, которые в настоящее время получают энергию от сжигания некоторого сырья. Таким образом, важность искробезопасного реактора для промышленных процессов нельзя игнорировать.



9.4: Каньон Диабло, Калифорния, с двумя электростанциями Westinghouse мощностью 1125 МВт, завершёнными в 1985 году. Станция сконструирована таким образом, чтобы противостоять 7,5 рейхтеровскому землетрясению. (Фото предоставлено P G & E)

IRIS, компактная конструкция мощностью 300 МВт, разрабатывается как проект GNEP под руководством Westinghouse при участии Италии, Великобритании, Хорватии, Литвы и России. Работа в настоящее время включает в себя разработку компонентов и тестирование, а также различные исследования дизайна приложений. Проектная сертификация NRC ожидается в 2012 году. Ожидается, что примерно в то же время последует модульный реактор Babcock мощностью 125 МВт.

Реактор следующего поколения - американский высокотемпературный реактор с газовым охлаждением, который предназначен для более широкого применения, например, для газификации угля и переработки нефтеносных песков. Это может быть еще десять лет в будущем, но логика этого развития заключается в том, чтобы принести ядерное тепло и электроэнергию в промышленность.

Но более широкое применение ядерной энергии поднимает другие вопросы. Потребовалось тридцать лет для создания новых конструкций реакторов на основе оригинальных систем PWR и BWR, и большую часть этого времени существовала общая враждебность к ядерной энергетике. Только после того, как в Киото TVA завершила установку 1-го ваттного бара, а второй реактор должен быть введен в эксплуатацию в 2012 году. Но дерегулирование и концентрация некоторых ядерных проектов в более крупных компаниях привели к улучшению производительности и низкой стоимости генерации, что вызвало интерес к нужно бороться с изменением климата.

Администрация Буша, которая покинула свой пост в конце 2008 года, несет большую ответственность за улучшение условий лицензирования, в результате чего были поданы заявки на семнадцать проектов с двадцатью шестью реакторами.

Поскольку энергетика является вопросом выборов, существует общее мнение о том, что импорт нефти и газа не следует увеличивать и, если что-то уменьшать. Таким образом, ведется значительный объем исследований и разработок для производства более дешевой и чистой энергии с меньшими выбросами.

Помимо ядерной деятельности, существуют проекты по разработке газовых турбин с более высокой эффективностью и меньшими выбросами при сжигании водорода, но, безусловно, есть возможность перенести эти конструкции и в комбинированный цикл, работающий на природном газе. Нам еще предстоит увидеть 60% достигнутых с нынешними газовыми турбинами класса H.

Также проводятся пробные операции по улавливанию и хранению углерода, первая из которых началась в течение двенадцатимесячного испытания на станции Weasant Prairie компании We Energy в Висконсине в феврале 2008 года. Маловероятно, что какие-либо планы полномасштабных испытаний на электростанции будут объявлено до тех пор, пока не станут известны результаты этих испытаний.

Но в настоящее время общий прогноз будущего спроса на энергию увеличится на 16,7% до 2030 года. Использование природного газа вырастет до 2020 года, но затем рост спроса сократится до 20% только в 2030 году, а с учетом импорта природного снижение по сравнению с 2006 годом на 8%.

Прогнозируется рост ядерной энергетике на 16,6%, а гидроэнергетики - на 3,8%. Но уже планы 26 реакторов были переданы в Комиссию по ядерному регулированию. Это все крупные агрегаты для выработки электроэнергии. Как видно из таблицы, эти размеры варьируются от 1100 до 1700 МВт. Большинство из них PWR с шестнадцатью AP 1000 на восьми участках и четырьмя проектами Areva EPR на четырех участках.

Один конкретный проект в Гранд Вью, штат Айдахо, запланирован как комбинированная схема теплоэнергии с подачей пара для производства этанола. Тридцать лет назад атомная электростанция мощностью 1200 МВт в Мидленде, штат Мичиган, с двумя PWR была запланирована как

комбинированная схема теплоэнергетики для подачи пара на соседний завод Dow Chemicals; Проект был почти полностью завершен, и позднее он был преобразован в комбинированный цикл путем подключения двенадцати газовых турбин и котлов-утилизаторов к модифицированным паровым турбинам.

Grand View станет первым в своем роде поставщиком тепла, не требующего выбросов, и избавит от необходимости сжигать некоторое количество сырья для обеспечения энергии процесса. Это будет более значительным с появлением меньших высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов, которые разрабатываются как для выработки электроэнергии, так и в качестве комбинированной теплоэнергетической системы для таких процессов, как газификация угля.

ТАБЛИЦА 9.6: ПРОГНОЗЫ ГЕНЕРИРУЮЩИХ СТАНЦИЙ (ГВт)

	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Уголь	306.7	311.4	319.3	338.5	367.6	401.5
Нефть и газ	118.0	118.0	93.2	93.0	92.6	92.6
Комбинированный цикл	154.1	158.2	159.9	164.2	173.3	177.5
ГТ и дизель	133.5	134.5	127.1	129.2	140.9	161.8
Атомная энергия	100.5	100.9	102.1	110.9	115.7	114.9
Насосное хранение	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5
Возобновляемые	104.9	110.9	116.6	122.9	127.5	131.8
Распределенная сила	0.0	0.3	0.9	2.7	5.9	9.8
Промышленная ТЭЦ	40.3	40.3	41.0	41.0	41.0	41.0
Промежуточный итог	939.1	955.7	940.6	982.8	1045.0	1111.4
Запланированные дополнения	26.8	44.0	63.7	105.7	137.9	172.0
Запланированные закрытия	2.7	3.6	38.9	39.5	40.0	44.8
Общая емкость	979.4	996.0	981.6	1023.8	1086.0	1152.4

Биомасса должна увеличиться на 176,2%, а другие возобновляемые источники энергии, в основном ветряные и солнечные, 178,4%, но начиная с относительно небольшой базы. Неясно, является ли биомасса сельскохозяйственными и лесными и сельскохозяйственными отходами, включая багассу и черный щелок, или включает ли она топливные культуры для производства биодизеля. Но если мы посмотрим на общие внутренние ресурсы ядерной, гидроэнергетики, биомассы и других возобновляемых источников энергии, которые в настоящее время составляют 29,1% от общего объема производства электроэнергии, их доля в 2030 году останется примерно такой же.

Производство электроэнергии из всех источников составило 3975 ТВт·ч в 2008 году, и прогнозируется, что к 2030 году оно достигнет 4777 ТВт·ч со среднегодовой скоростью не более 1,1% в год. В 2008 году уголь поставлялся на 50%, за ним следовало ядерное (20,1), а затем природный газ

(17,25). В 2020 году уголь снизится до 46% с использованием ядерного (19,8) и природного газа (15,8). Возобновляемые источники энергии, в основном гидроэнергетические, увеличатся с 8,9% в 2008 году до 12,5% в 2020 году. Через десять лет на долю угля придется 48,6%, с ядерным (18,9) природным газом (16,4) и возобновляемыми источниками энергии (12,7)

Снижение ядерной мощности вызывает удивление, учитывая, что в конце 2008 года были получены заявки на семнадцать проектов с общей номинальной табличкой, равной 31,8 ГВт, и еще 2,7 ГВт, которые будут получены в результате модернизации турбин и топлива на существующих станциях. Самые старые и самые маленькие электростанции общей мощностью около 4,5 ГВт будут закрыты и выведены из эксплуатации. Общее количество ядерных реакторов может увеличиться, если все запланированные проекты будут построены до 2030 года, и будет закрыто гораздо больше угольных электростанций.

Железные дороги в основном работают на дизельном топливе, электрифицирована только основная высокоскоростная линия от Бостона до Нью-Йорка в Вашингтон. Несколько государств обсуждали высокоскоростное железнодорожное сообщение, но столкнулись с проблемами финансирования и экологическими возражениями.

Высокоскоростное сообщение между Хьюстоном, Далласом, Форт-Уэртом и Остином было уничтожено местной авиакомпанией Southern Air, которая обслуживала все четыре города. Возможно, из-за того, что более высокие цены на нефть влияют на экономику авиакомпаний и расходы на автомобили, в будущем может появиться возможность построить некоторые из этих высокоскоростных железнодорожных путей в более населенных районах страны.

Проблемы угля усугубляются тем фактом, что коммунальные предприятия не спешат переходить на сверхкритический паровой цикл, хотя были размещены некоторые недавние заказы. Настоящая проблема связана с IGCC, и общественность все чаще высказывается против него, потому что даже без улавливания и хранения углерода производительность нескольких действующих установок значительно ниже, чем у современных паровых установок сверхкритического давления.

Технико-экономические обоснования были опубликованы, но еще не было заказано IGCC для установки мощностью 630 МВт на базе газовых турбин класса F. поскольку демонстрационные проекты были построены более десяти лет назад. Коммунальное предприятие, столкнувшееся с выбором паровой сверхкритической установки с КПД 46% или IGCC при 38%, наверняка выберет паровую установку, поскольку она будет сжигать на 20% меньше угля, что означает снижение выбросов на 20%. и имеют меньшую вспомогательную энергетическую нагрузку для доставки угля и утилизации золы и являются в целом более простой и легкой в обслуживании установкой

Существующие заводы IGCC на основе угля показали, что они могут обрабатывать различные угли по отдельности или в смеси с нефтяным

коксом. Но следующая проблема заключается в интеграции установки с системой улавливания углерода. Об этом легче сказать, чем сделать, и в конце 2008 года система улавливания углерода еще не функционировала или не планировалась, которая могла бы обслуживать весь объем производства дымовых газов на угольной электростанции.

В январе 2008 года Министерство энергетики изъяло финансирование у Futuregen, амбициозного международного проекта по строительству и испытанию угольной электростанции с нулевым уровнем выбросов в Маттуне, Иллинойс. В то время аргумент состоял в том, что этот проект был слишком сосредоточен на изучении процесса улавливания и хранения углерода (CCS) для всех существующих угольных электростанций.

Спустя четыре месяца были разработаны пересмотренные планы для ускорения краткосрочного развертывания передовой технологии чистого угля путем оснащения новых коммерческих электростанций IGCC или других чистых углей технологией CCS. Были предложены предложения для заводов, которые могли бы улавливать не менее 1 млн. т / год углекислого газа. Не менее 50% мощности электростанции должно использоваться для производства электроэнергии; и валовая электрическая мощность должна составлять не менее 300 МВт.

ТАБЛИЦА 9.7: ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЫВОДА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА (ТВтч)

	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Уголь	1968	2006	2065	2094	2116	2320
Нефть	42	42	44	44	45	46
Природный газ	686	635	616	685	826	785
Ядерный материал	799	809	831	862	867	905
Насосное хранилище	1	1	1	1	1	1
Обновляемые ист.	356	410	472	542	581	607
Итого	3852	3904	4029	4228	4436	4665
Промыш. ТЭЦ	156	143	148	149	150	146
Итого	4008	4047	4177	4377	4586	4811
Вспомог. Станций	34	34	33	34	34	33
Чистый вывод в сеть	3975	4013	4143	4344	4553	4777

Кроме того, проекты должны быть рассчитаны на 90% -ное улавливание содержания углерода в синтез-газе или дымовых газах, но должны достигать минимального уровня захвата 81%. Завод должен удалить не менее 90% выбросов ртути в зависимости от содержания угля и 99% серы и сократить выбросы оксида азота и твердых частиц до очень низкого уровня.

Там, где в химической промышленности применяется разделение углерода, объемы газа относительно невелики. Однако завод синтетического топлива на Великих равнинах в Беуле, Северная Дакота, выделяет 6000 т /

день углекислого газа, что составляет около 2,2 млн. т / год, который с 2000 года перекачивается по трубопроводу в

100 км к северу от Вейберна, Саскачеван, где он используется для повышения нефтеотдачи.

Если восстановленный газ не может быть продан, особенно из системы предварительного сгорания в IGCC, то кто несет расходы по обеспечению улавливания углерода? Конечно, это будет потребитель, и это может создать трудности для многих людей, если это приведет к чрезмерному и постоянному росту цен на электроэнергию.

То, что мы сейчас наблюдаем, - это постоянный поток отказов для новых угольных электростанций по соображениям стоимости и потому, что они не имеют доступной проверенной технологии удаления углекислого газа из дымовых газов.

Законодательство, особенно за последние четыре года, опровергло аргументы Грина о том, что США не заботятся о глобальном потеплении из-за их отказа подписаться на Киото. Самым обнадеживающим признаком является то, что федеральное правительство, похоже, осознано, что безрассудно отказывается от атомной энергетики и устанавливает в Законе условия, которые будут поддерживать строительство новых станций и использование технологии для закрытия топливного цикла, а также для разработки меньшего по своей сути безопасные конструкции, которые могут применяться для небольших сетей и промышленных энергетических систем.

Ядерная энергия может сократить выбросы углерода в энергетике и крупных перерабатывающих отраслях. Но для того, чтобы принять небольшие, искробезопасные газоохлаждаемые реакторы с их высокими температурами процесса в более широком диапазоне применений, требуется значительное просвещение общественности.

Похоже, что импульс будет продолжен при новом правительстве в 2009 году, потому что оно заявило о своей решимости сократить импорт топлива, и это может также означать стимулирование развития гибридных автомобилей для сокращения спроса на бензин. Энергия может уделять больше внимания ветроэнергетическим и солнечным системам, что может привести к увеличению производства фотоэлектрических элементов и более широкому распространению применения.

Таким образом, прогнозы поставок электроэнергии в 2030 году ни в коем случае не являются надежными, и в них может быть меньше угля и газа, и больше ядерного топлива в более широком диапазоне применений, особенно в производстве водорода в качестве транспортного топлива для транспортных средств на топливных элементах, для того, чтобы добиться значительно сниженного спроса на бензин.

Любой, кто читает эту книгу в течение пяти лет после ее публикации, почти наверняка не доживет до 2100 года. Самому младшему к тому времени могло быть уже более 110 лет. Но как бы долго они ни жили, качество жизни, которое они будут испытывать, будет зависеть от решений, принятых в первые двадцать лет этого столетия, и для этого важно иметь достаточно еды и надежное снабжение энергией.

Другая проблема заключается в сокращении биоразнообразия и исчезновении видов в результате утраты мест обитания и продовольствия. Это, несомненно, связано с быстрым ростом населения мира. Чем больше людей, тем больше потребность в воде, еде и энергии, которую мы до сих пор в значительной степени могли обеспечить, но на сколько дольше?

Не только это, но и в 2009 году мир в настоящее время охвачен финансовым кризисом, который был вызван широко распространенным злоупотреблением банковской системой в Соединенных Штатах и Европе, и его последствия распространились по всей глобальной банковской системе. Одним из преимуществ может быть то, что низкие процентные ставки будут сохраняться в течение нескольких лет, что поможет развитию электроэнергетической системы.

Изменение климата - это не экстраполяция небольшого повышения температуры, которое росло относительно медленно в течение последних 150 лет, а скорее результат событий, которые улучшают или разрушают местную среду, таких как вырубка лесов или изменение землепользования, которые увеличивают сброс парниковых газов. Хорошо известными примерами являются сокращение площади поверхности Аральского моря, в России, озера Чад, в Северной Африке и озера Мид, в Соединенных Штатах, а также уничтожение миллионов гектаров тропических лесов в Южной Америке и Африке. и Индонезия, и все это можно отнести к потребностям увеличения населения.

Проблема в начале XXI века должна заключаться не в том, будет ли невыносимо жарко через 100 лет, а в том, что население мира, которое утроилось за последние 60 лет, не утроится в следующие 60 лет, что приведет к более чем 20 миллиардам к концу столетия; и что все еще будет достаточно еды, воды и энергии, чтобы поддерживать наш уровень жизни.

Какими будут факторы, определяющие будущий спрос на электроэнергию, и какой экономии в ее использовании можно достичь? Сохранение уже работает в важных областях освещения и теплоизоляции. Несколько стран в настоящее время продают люминесцентные лампы с низким потреблением энергии для замены традиционных ламп накаливания,

которые в настоящее время выводятся из продажи после более чем ста лет регулярного использования,

Энергетические технологии на распутье. Потребность в энергии имеет важное значение для нашего образа жизни, и сейчас важно то, что мы должны производить ее, не нанося ущерба окружающей среде. Электроэнергия - это единственная технология, в которой мы можем значительно улучшить наше состояние за относительно короткое время, и в то же время удовлетворить растущий спрос на энергию со стороны большей части населения.

Потребление электроэнергии на душу населения существенно не изменилось за последние тридцать лет, но вокруг больше людей. Если население продолжит увеличиваться до 20 миллиардов к концу столетия, каков будет мировой спрос на электроэнергию?

Если мы возьмем среднюю цифру в 5000 кВт·ч / год на душу населения, основываясь на нынешнем европейском потреблении, то 20 миллиардов человек будут потреблять 100 000 ТВт·ч в год, что должно быть обеспечено 12 000 ГВт станции, которая должна быть доступна для 365 дни в году. Если взглянуть с другой стороны, то есть к концу века должно быть в работе 7500 экземпляров реактора EPR мощностью 1600 МВт или эквивалент.

Даже если среднее потребление на душу населения в мире составляет всего 2000 кВт·ч / год, это все равно будет означать, что необходимо построить 3000 ОРЭД или 32 в год для ввода в эксплуатацию. Учитывая, что нынешняя книга заказов из восемнадцати единиц вряд ли будет в эксплуатации намного раньше 2020 года, мы уже отстаем от графика. Это было бы невыполнимой задачей, если бы все это было выполнено с помощью морских ветрогенераторов мощностью 5 МВт, где 320 блоков будут обеспечивать такую же энергию, при условии, что ветер дует непрерывно, как одна из атомных станций.

Киото убедил европейские правительства в аргументах в пользу возобновляемых источников энергии и сохранения. Но есть основное противоречие в терминах. Сохранение является понятной концепцией: вы используете меньше энергии для достижения того же конечного результата. Но чтобы построить нашу будущую энергетическую систему на основе возобновляемых источников энергии, нам требуется мощность на мегаватт, как минимум, в двести раз больше стали и более чем в сто раз больше энергии для подключения к сети. Это действительно устойчиво; В этом ли суть аргумента Грина, или это всего лишь гигантский трюк с уверенностью?

Девять лет в двадцать первом веке возникли две большие энергетические проблемы: возрождение атомной энергетики и очистка угля. Растет общественная поддержка ядерной энергии, которая не сравнится с поддержкой угля. Во всем мире на уголь приходится почти 40% выработки электроэнергии. Но против этого стоит требование чистого сгорания в то время, когда растут шаги по сокращению выбросов углекислого газа.

Мир пережил период политических манипуляций с энергоснабжением, когда «зеленые» проникли в политические партии, особенно в Германии, что остановило разработку PBMР, важность которого заключалась в том, что это

был искробезопасный небольшой реактор с газовым охлаждением, который может работать с топливным циклом тория и быть установлен в любой точке мира как чистый источник энергии без выбросов. Зеленый протест фактически задержал это развитие более чем на тридцать лет, так как опытные образцы в Южной Африке и Китае не будут введены в эксплуатацию до 2014 года.

Политики обладают властью, чтобы добиться цели; но большая проблема заключается в создании низкоуглеродной системы электроснабжения, которая могла бы удовлетворить более высокий уровень спроса на электроэнергию со стороны растущего населения и с такой же надежностью, как сейчас.

Аргумент Зеленого движения, который гласит, что более эффективное использование энергии в сочетании с улучшенной изоляцией и поддержкой возобновляемых источников энергии нецелесообразно. Нет промышленного потенциала для его достижения, о чем свидетельствует низкий вклад, который он вносит в существующее электроснабжение. Эти же люди отстаивают практику CCS (улавливания и улавливания углерода), причем не только для электростанций, работающих на угле, но и для всего, что сжигает ископаемое топливо. Включает ли это котлы центрального отопления в наших домах?

Легко взглянуть на сложившуюся производственную практику и предположить, что она может быть применена к электростанциям. Но CCS придется применять в гораздо большем масштабе; технология для этого не доказана. Мы не знаем, сколько это будет стоить, и мы не знаем, когда это можно будет применить.

Так что это опять не стартер. Использовать тысячи мегаватт-часов энергии и миллионы долларов строительных систем, чтобы добавить к угольным электростанциям, чтобы они производили меньше энергии из того же количества топлива, но только с 10% выбросов и гораздо более высокой стоимостью за киловатт-час для вырабатываемая мощность - ерунда. Если мы серьезно относимся к сокращению выбросов, то нам вообще не следует сжигать уголь для выработки электроэнергии.

Другой вопрос, как мы движемся по всему миру? Аккумуляторы недостаточно развиты, чтобы стать альтернативой двигательной установке для автомобилей. Даже если бы это было возможно, и электромобиль с максимальной скоростью 150 км / ч и диапазоном 500 км, прежде чем его нужно было перезаряжать, должен был быть разработан в течение следующих двадцати лет, электростанции должны были бы быть построены таким образом, чтобы поставлять энергию случайного заряда для нескольких миллиардов транспортных средств.

Является ли приемлемой концепцией электромобиль, который не соответствует характеристикам современных автомобилей с бензиновым двигателем? Если ничего другого, мы должны построить электростанции для зарядки батарей по мере развития рынка. Если вместо этого вырабатывать электроэнергию на борту с помощью топливного элемента, то водородное топливо должно вырабатываться путем электролиза воды, что потребует большего количества электростанций для подачи энергии для ее производства.

Таким образом, вопрос не в том, какую машину мы водим, а в том, что для зарядки аккумулятора или для производства и доставки топлива потребуется электричество. Спрос на электроэнергию в конце столетия, независимо от уровня мирового населения, будет значительно выше, чем сейчас, из-за возросшего спроса на транспорт. Даже если мы не будем много путешествовать на машине, но будем использовать скоростные поезда в гораздо большей степени, чем в настоящее время, это приведет к дальнейшему увеличению спроса на электроэнергию.

Альтернативное низкоуглеродистое электроснабжение доступно с существующей технологией, которую мы в значительной степени игнорировали в последние годы. Растет общественное признание ядерной энергии, которая была источником выбросов электроэнергии и тепла не менее 60 лет. Продление лицензии, особенно в Соединенных Штатах, означает, что атомные станции, введенные в эксплуатацию после 1970 года, не будут закрыты по крайней мере до 2030 года. Это даст больше времени для строительства новых станций и закрытия угольных мощностей.

Идеальная низкоуглеродистая система будет включать ядерную энергию для базовой нагрузки, комбинированный цикл для средней и пиковой нагрузки с гидроагрегатом для пиковой и резервной нагрузки, а также другие доступные возобновляемые источники энергии. Комбинированный цикл уже имеет намного более низкие выбросы, чем лучшие из существующих угольных электростанций, и их гибкость в эксплуатации означает, что им не нужно работать намного дольше, чем 14 часов в день.

Эта низкоуглеродистая энергетическая система также может быть более экономичной в отношении материалов и использования энергии в строительстве, поскольку она построена из нескольких крупных блоков с высокой производительностью и небольшого количества небольших блоков с ограниченной производительностью и доступностью. Фактически, чем меньше энергии мы затрачиваем на определенные возобновляемые источники энергии, тем больше энергии будет сэкономлено от разовых процессов производства и строительства каждой генерирующей установки. В конце концов, программа по сокращению энергопотребления должна также включать большую экономию энергии производства.

Дальнейшим технологическим путем будет переработка миллионов тонн пластикового лома из пакетов в бутылки и преобразование его в дизельное топливо. Бумажная промышленность использует больше переработанной бумаги, чем в прошлом, хотя для получения лучших сортов все еще требуется некоторая целлюлоза из устойчивых лесов.

Для низкоуглеродной энергии технологические задачи заключаются в производстве более эффективных газовых турбин и более мелких ядерных реакторов с газовым охлаждением, которые откроют промышленный рынок, особенно в таких операциях, как газификация угля; фактически любой процесс, который должен производить требуемую энергию путем сжигания некоторого сырья. В качестве генератора электроэнергии он может применяться к небольшим сетям и островным системам, так что гораздо

больше людей могут иметь доступ к бесплатной электроснабжению.

Электроснабжение - не единственный процесс сгорания, который необходимо очистить. Уже некоторые промышленные выбросы были сокращены в результате дерегулирования и создания рынка для комбинированного производства тепла и электроэнергии. Однако дерегулирование не привело к увеличению централизованного теплоснабжения. Некоторые европейские сети были расширены в 1970-х годах после нефтяного кризиса того времени, но в настоящее время электроснабжение сосредоточено на технологиях генерации для сокращения выбросов и повышения эффективности.

Государственная поставка тепла отличается от других приватизированных энергетических услуг. Газопровод, входящий в дом, и кабель электропитания - это просто терминалы общественной сети, которые несколько компаний поставляют друг другу, которые поставляют отдельным потребителям. Централизованное теплоснабжение - это сеть в небольшой зоне, привязанная к одной конкретной электростанции, и потребители не могут сменить поставщика, как они могут для оплаты электроэнергии или газа.

Однако более широкое применение систем централизованного теплоснабжения и охлаждения будет концентрировать выбросы, если только не будет использоваться ядерный источник тепла, когда, конечно, выбросов не будет. Тридцать лет назад центральное отопление от атомных электростанций обсуждалось в Швеции, Германии и Швейцарии, но единственные когда-либо построенные схемы были небольшими, основанными на ядерной станции Безнау около Бадена, Швейцария. Более крупная схема, обслуживающая три города на западе Словакии и основанная на АЭС Бо-Хунес, действует с 1997 года.

Дома будущего могут быть несколько иными. Новые дома будут построены с двойным или тройным остеклением, полостью стен и утеплением крыши, чтобы снизить потребность в энергии для отопления помещений, и будут иметь энергосберегающие осветительные приборы. Но какой будет метод обогрева?

Будет ли система по умолчанию все еще представлять собой конденсационный газовый котел, или более низкая потребность будет удовлетворена блоком микро-ТЭЦ? Такая система будет генерировать электроэнергию, которая, когда домовладелец не потребует ее, будет продана в общественные поставки. Горячая вода для мытья и обогрева помещения будет поставляться котлом-утилизатором.

В качестве альтернативы, с разработкой более дешевых фотоэлектрических устройств, существует возможность установки небольших сборок на солнечную крышу каждого нового здания. Это может быть записано в строительных нормах, чтобы солнечные электрические блоки были установлены соответствующим образом на всех новых домах.

В равной степени либо фотогальваника, либо система микро-ТЭЦ могут быть использованы в существующих домах.

Но прежде чем это можно будет сделать, необходимо принять соответствующее законодательство, определяющее права домовладельца и условия, при которых он может торговать электроэнергией. Существует также необходимость в интеллектуальных счетчиках, которые могут регистрировать импорт и экспорт электроэнергии. Но для этого также требуется интеллектуальная энергосистема, способная реагировать на тысячи потребителей всего за несколько киловатт-часов, чтобы продавать наугад.

Интеллектуальная сеть уже планируется как часть инвестиций в реконструкцию. Строительство новых электростанций на площадках старых станций не ограничивается атомными станциями. Комбинированные циклы, построенные на площадках старых паровых установок, многочисленны и используют преимущества существующих сетевых соединений. Фактически сетевые напряжения не увеличивались с 1970-х годов, когда были установлены существующие системы 735, 500 и 400 кВ.

Оглядываясь на пятьдесят лет назад, к тому времени, когда первые атомные электростанции вступали в строй. Уголь терял один рынок за другим: железные дороги, корабли, городской газ и отопление. Что бы ни ставилось на место, будь то нефть, природный газ или электричество, оно было чище и проще в использовании и не имело высокого уровня газообразных выбросов и золы, связанной с углем. Казалось, что ядерная энергия может даже убрать уголь из производства электроэнергии.

Этого не произошло, потому что введение более крупных генераторных установок с более высокими условиями пара повысило эффективность сжигания угля и дало ему конкурентное преимущество. ОГФ и другие меры в 1980-х годах добавили к стоимости, так что ядерная энергетика даже с реакторами предыдущего поколения теперь имела конкурентное преимущество, которое может только возрасти, поскольку экологические сборы за выбросы углерода накапливаются в ископаемом топливе.

Теперь, учитывая озабоченность по поводу изменения климата, самым простым способом сократить выбросы углекислого газа будет удаление угля из генерации электроэнергии. Даже при комбинированном цикле, работающем на газе, будет существенное сокращение выбросов, и в краткосрочной перспективе это может сократить разрыв между закрытием угольной электростанции и завершением строительства атомных станций для ее замены.

Газ является единственным топливом, для которого был разработан и запущен в промышленную эксплуатацию практический процесс УХУ. Существуют промышленные комбинированные схемы производства тепла и электроэнергии, главным образом, в азиатской промышленности удобрений, где есть коммерческая ценность для извлеченного газа. Это могло бы быть единственным применением CCS, кроме, возможно, применений со скользящим потоком на крупных паровых установках вблизи нефтяных месторождений: там, где есть коммерческий рынок для углекислого газа для повышения нефтеотдачи.

Это все, что мы можем сделать, чтобы иметь немедленный эффект, потому что нам все еще приходится решать проблемы нефти как топлива для

транспорта. Есть много профессионалов, которые используют большие дизельные двигатели для привода грузовиков, тракторов или рыбацких лодок, поэтому цена на нефть, которая в 2008 году выросла до более чем 140 фунтов стерлингов за баррель и упала примерно до 70 долларов за баррель, находится в Все страны являются критическим фактором в стоимости производства продуктов питания и общего транспорта, который не может быть поставлен под угрозу.

Электромобили долгое время работали на местной доставке и в качестве источника энергии использовали аккумуляторные батареи, что ограничивает их диапазон и скорость при регулярном запуске и остановке. У электромобиля не было бы такого же режима работы, и он был бы чем-то более легким. Некоторые гибридные автомобили оснащены бензиновыми двигателями, заряжающими литий-железные батареи для двигателей с электроприводом. Но автомобиль, несовместимый по характеристикам с современными транспортными средствами, особенно в его диапазоне, недопустим.

В Калифорнии в настоящее время имеются водородные заправочные станции, которые могут безопасно поставлять жидкий водород для питания топливного элемента, приводящего в движение электродвигатели. Автомобили с таким оснащением имеют пробег не менее 500 км и ускорение, чтобы соответствовать автомобилю с бензиновым двигателем. Для расширения этого рынка потребуются электростанции для производства водорода, а продуктом сгорания автомобилей станет водяной пар. Таким образом, хотя сегодня в городе немного теплее, чем в сельской местности, в будущем он может быть более влажным, а также при увеличении количества автомобилей, работающих на водороде.

Для производства водорода потребуется энергия, а логичным методом является электролиз воды. Это может быть сделано с помощью атомной электростанции, или прерывистая работа ветряных электростанций может привести к их отсоединению от энергосистемы и выделению для производства водорода. Система распределения водорода должна основываться на существующих автозаправочных станциях, как это происходит в Соединенных Штатах.

Биологическое топливо было с нами долгое время, особенно в Бразилии, где этанол, полученный из багассы, датируется первым нефтяным кризисом 1970-х годов. Электростанции, работающие на биомассе, сжигающие древесную щепу и опилки, или растительные остатки, такие как жмых и рисовая шелуха, используют отходы растительного сырья и, как правило, строятся рядом с их источником.

Но сколько земли, если таковые имеются, мы можем отдать для выращивания биомассы для производства топлива перед лицом растущего населения планеты. Очень хорошо сказать, что сегодня только 3% пахотных земель в мире были переданы биотопливу, но сколько будет использовано к 2050 году, когда на земле может быть вдвое больше людей, чем сейчас.

Основная проблема заключается в том, что влияние Грина двигало нас в ложных направлениях, и мы начинаем видеть, куда они нас ведут. Уголь

может быть самым распространенным ископаемым топливом, но он является наименее эффективным генератором электроэнергии. Он нанес большой вред окружающей среде, вызванный кислотными дождями и смогом, а также воздействием на здоровье населения.

Тем не менее, удаление углекислого газа из дымовых газов с использованием процесса, который только сейчас находится на стадии пилотной установки, создает больше проблем, чем решает, и делает это на каждой работающей на ископаемом топливе электростанции и промышленном котле, «чтобы спасти планету». ”Не практично.

Зеленая система электроснабжения, которая не наносит вреда окружающей среде, может быть построена на существующей технологии. Каким бы ни был будущий спрос на электроэнергию, он, безусловно, будет включать в себя производство водорода, чтобы обеспечить растущее население мира.

Ожидается, что строительство атомной энергетики начнется после 2010 года. Пять лет спустя новые меньшие по размеру реакторы с газовым охлаждением будут иметь потенциал для расширения применения ядерной энергии в промышленных процессах, централизованном теплоснабжении и производстве водородного топлива.

Через двести лет историки будут вспоминать это время как период, когда наши политические лидеры настолько плохо разбирались в технологиях, а некоторые были настолько напуганы этим, что их больше интересовало, чтобы успокоить общественное мнение, чем привести это. У нас были технологии для создания низкоуглеродной энергетической системы в течение пятидесяти лет, но нам не хватало воли или, если можно сказать, смелости, для ее реализации.

Правительство Финляндии приняло решение почти сразу же после высыхания чернил по Киотскому соглашению, что единственный способ достичь поставленных целей - это построить еще одну атомную электростанцию. Почему никто из других подписавших Киото не последовал их примеру? На самом деле, все они пошли по пути возобновляемых источников энергии, и некоторые рассматривают ядерную энергетику как вариант последней инстанции.

Тем не менее, если мы посмотрим на Дальний Восток и текущие программы ядерной энергетики основных держав, то очевидно, что их цель - создать в будущем систему экологически чистой энергии, способную удовлетворить прогнозируемый спрос на электроэнергию.

Остальной мир должен осознавать тот факт, что мы не можем продолжать сжигать ископаемое топливо больше, чем должны. Мы должны работать над созданием действительно зеленой энергетической системы с минимальными выбросами и максимальной эффективностью. Он должен быть в состоянии удовлетворить потребности общества с достаточным запасом для обеспечения безопасности и минимальным воздействием на окружающую среду. Вот что на самом деле представляет собой система зеленой энергии.

Список литературы

- Alstom, 49, 50, 51, 66, 78, 90,
119, 145, 147, 152, 206, 227
- American Electric Power
(AEP), США, 47, 51, 52, 70
- Американская национальная
держава (АНП), США, 140,
141, 147, 206
- Ansaldo Energy, Италия, 163
- Арева, Франция, 84, 95, 103,
108-111, 112, 114, 116, 122,
124-126, 208, 209, 210, 212
- Атомная энергия Канады Ltd (AECL),
110, 112, 114, 122, 124
- Bechtel Corporation, США, 70, 72, 205
- Бенсон Марк, 62, 147
- Бенсон Котлы, 157-60, 162, 163, 165-
168, 170, 172-174, 180
- Совместное сжигание биомассы 78-
79
- Энергия биомассы, 175-176 Блэкберн
Мидоуз, Великобритания, 176
- Управление по энергетике
Бонневилля, США, 204
- Британский план комбинированного
цикла, 151
- British Energy, 109, 123, 124, 125
- British Nuclear Sites, 125
- Брюс Пауэр, Канада, 123
- мелиоративных бюро (США), 202,
204
- Улавливание и хранение углерода
(CCS), 43-58, 71, 77, 88, 205, 212, 214,
220, 223, 224,
- Влияние CCS на производительность,
48
- Процесс охлажденного аммиака, 47-
51
- Centrica plc, 57, 123, 125, 137, 151,
191
- Китайская ядерная энергетика
(CNPE), Китай, 112, 113
- Китайские ядерные планы, 112
- угольных паровых электростанций
Касл-Пик, Гонконг, 61
- Дгах, Великобритания, 79
- Хамм, Германия, 66
- Альпинист, США, 51-52
- Оолога, США, 52
- Pleasant Prairie, США, 47, 49-52, 212
- Schwarze Pumpe, Германия, 64
- Юйхуань, Китай, 65
- Технические характеристики угля, 71
- Cockerill Mechanical Industries
(СМИ), Бельгия, 133
- комбинированного цикла
- Англер, Бельгия 136
- Баглан Бэй, Великобритания, 147, 148
- Банг Паконг, Таиланд, 137, 140
- Блэкстоун, США, 141
- Коттам, Великобритания, 144
- Damhead Creek, Великобритания,
151 Dighton, США, 142
- Хигаси Ниигата, Япония, 135
- Монгштадт, Норвегия, 43
- Пака, Малайзия, 136
- Иршинг, Германия, 148, 149
- Rooscoote, Великобритания, 137
- Tung Hsiao, Тайвань, 136
- Объединенные тепло и мощность, 9,
10, 38, 39, 44, 47, 57, 65, 68, 82, 91,
107, 109, 128, 131, 134, 136-138, 142,
151-152, 160-161, 168, 171, 177, 199,
200, 211-212, 221, 223
- Лицензия на комбинированную
эксплуатацию, COL, 107, 207, 209
- Constellation Energy, США, 121
- Министерство энергетики
США, 11, 38, 53, 54, 80, 214
- Dong Energy, Дания, 45, 191
- Doosan Heavy Industries,
Корея, 111, 113, 114
- Программа ВНИЗ, 179
- Edf Energy, Великобритания,

79, 109, 123, 144, 151, 169
Эйзенхауэр, Дуайт Д.,
Президент Атом для политики
мира, 89-90
Electricité de France, 9, 79, 103,
109, 109, 121, 123, 124, 125,
153, 188
Научно-исследовательский
институт электроэнергетики
(EPRI), США, 11, 49, 52
EnCana Corporation, Канада, 44
Entergy, 121, 208, 209
Э.ОН, Германия, 148, 207
E.ON, UK, 125, 151, 169, 175-
176, 189
Европейский морской
энергетический центр
(EMEC), Великобритания,
166-167, 188-189
Корпорация Экселон, 120, 209
Ферми, Энрико, 83, 85, 90
Десульфурация дымовых газов
(FGD), 4, 5, 12, 47-48, 53, 57,
60, 69, 70, 74, 87, 89, 90, 92-93,
151, 226
Futuregen, США, 53, 54
Дженерал Электрик (GE),
США, 67, 70, 72, 84, 90, 104,
108, 110, 121, 123, 136, 139,
146, 148, 199, 206, 210, 230
Геотермальные сайты
Гейзеры, США, 163
Хабанеро, Австралия, 164
Джолиока, Австралия, 164
Лардарелло, Италия, 163
Сульц-сюр-Форе, Франция, 165
Waigakei, Новая Зеландия, 163
Глобальное партнерство по
ядерной энергии (GNEP), 106, 107,
161, 210, 211,
HSBC, Великобритания, 172, 173
Гидроэлектростанции
Асуанская плотина, Египет, 186
Блантайр, Великобритания, 184
Динорвиг, Великобритания, 185
Глендое, Великобритания, 186
Гранд Кули, США, 202
ГрандИнга, Конго, 186
Дамба Гувера, США, 203
Инга, Конго, 186
Ромни Вейр, Великобритания, 183
Три ущелья, Китай, 113, 182, 186
МЭА по исследованиям и
разработкам парниковых газов,
Великобритания, 44, 45
Проекты IGCC Иваки, Япония, 69
Келлерман Люнен, Германия, 67, 69
Схемы в действии, 69
Вресова, Чехия, 69, 78
Wabash River, США, 68, 69
Международное агентство по
атомной энергии (МАГАТЭ), 120
Kansai Electric, Япония, процесс 54
CDR, 54-55
KS-1, поглотитель, 54
Korea Midland Power, 189
корейских ядерных проектов, 114
Krechba Gas Field, Алжир, 43
Киотская конференция, 10, 11, 17,
22, 24, 31, 32, 36, 38, 42, 52, 105,
170, 195, 211, 215, 219, 225
Директива о крупных установках
для сжигания (LCPD), 11, 37, 64,
77, 80, 82,
Marine Current Turbines,
Великобритания, 166, 168, 187, 189
Marine Tidal Energy, Канада, 189
Mitsubishi Heavy Industries,
Япония, 54, 69, 70, 103, 108, 110,
112, 113, 116, 135, 142, 158, 208
Управление по снятию с
эксплуатации (NDA),
Великобритания, 124, 125
Атомные электростанции
Балаково, Россия, 119
Bellefonte, США, 121, 209
Белоярск, Россия, 89, 100, 119, 129
Библис, Германия, 85, 109
Брэйвуд, США, 121
Брюс, Канада, 123

Колдер Холл,
Великобритания, 2, 8, 90, 91
Чернобыль, Украина, 20, 30,
99, 100, 102, 105, 160
Сиво, Франция, 103, 125
Дарлингтон, Канада, 123
Дау Вау, Китай, 111, 113
Diablo Canyon, 96, 211
Дрезден, США, 210
Фессенхайм, Франция, 125
Flamanville, Франция, 37, 110,
125, 126
Госген Даникен, Швейцария,
91
Большой залив, США, 121,
209
Гравелин, Франция, 103, 125
Хайян, Китай, 111, 112
Хинкли Пойнт,
Великобритания, 124, 125
Хунъянхэ, Китай, 112, 113
Игналина, Литва, 101, 103, 129
Калинин, Россия, 118, 119
Кашивадзаки Карива, Япония,
104, 118, 207
Кебург, Южная Африка, 107,
126, 128, 157
Кола, Россия, 119
Кори, Корея, 113-115
Лин Ао, Китай, 84, 111, 112
Ловийса, Финляндия, 102, 103
Лунгмен, Тайвань, 84
Нововоронеж, Россия, 119
Окилуото, Финляндия, 33,
110, 111, 140
Пикеринг, Канада, 138
Quinshan, Китай, 112, 128
Саньмен, Китай, 110, 112
Северск, Россия, 119
Шин Кори, Корея, 114, 115
Шин Улсин, Корея, 114, 115
Шин Вольсонг, Корея, 114 115
Shippingport, США, 2, 90, 91, 204
Сайзуэлл, Великобритания, 21,
124, 125
Смоленск, Россия, 119
Сосновый
Бор, Россия, 119
Саскуэханна,
США, 121
Три Майл Айленд, США, 97, 99, 160
Тяньвань, Китай, 112, 120
Темелин, Чехия, 95, 116
Ульчин, Корея, 114
Волгадонск, Россия, 19
Watts Bar, США, 83, 105, 110,
201, 206, 211
Вольсонг, Корея, 114
Yonggwang, Корея, 108, 114, 115
типов ядерных реакторов
ABWR, 110, 117, 118, 209
ACR, 1000, 89, 123
CMA, 125, 130
AP 600, 110, 161
AP 1000, 108, 110, 112, 123,
207, 209
APR 1000, 137, 145
APR 1400, 114, 115
BWR, 103, 104, 109, 121, 230,
231, 233
CANDU, 99, 101, 105, 108,
109, 119, 121, 126, 129, 114,
138, 139, 180
CNP 600, 126
СЛР 1000, 126, 128
EPR, 95, 103, 108, 110, 112
121, 123, 124, 125, 129, 208,
209, 212, 218
ESBWR, 108, 110, 121, 123,
207, 209
Реактор быстрого размножения,
101, 114, 134
Magnox, 90, 96, 99, 104, 105,
131, 139, 140, 146
PBMR, 99, 121, 135, 143, 144, 145,
146, 176-180, 232, 242
IRIS, 121, 122, 136, 179-180, 233
ОПР 1000, 114, 115
Реактор с водой под давлением
(PWR), 2, 42, 96, 101, 103, 104,
116, 117, 118, 119, 120, 121, 124,
126, 127, 128, 129, 114, 132,

133., 134, 136, 137, 139, 142,
144, 175, 179, 180, 223, 225,
227, 228, 230, 233, 234, 235
РБМК, 99, 114, 117, 134, 145
Система 80 (КСНП), 130
Комиссия по ядерному
регулированию, США, 230
Ядерные корабли
Ленина, Россия, 92, 93
Отто Хан, Германия, 106
Саванна, США, 106
Севморпуть, Россия, 93
Pennsylvania Power & Light
(PPL), США, 121, 123, 199, 209
Прогресс Энерджи, США, 93, 229
Насосное хранилище, 184-185
RE Power Systems, Германия, 179
Перерабатывающий паровой
завод Дрогенбос, Бельгия, 133
Рейнхафен, Германия, 140
Сеноко, Сингапур, 143
Росатом, Россия, 93, 112, 118
Rotech Tidal Turbine, 188-189
RWE, Германия, 66, 109
RWE Npower,
Великобритания, 124, 125,
151, 183, 184
Сонатрах, Алжир, 42
Scottish and Southern Energy,
Великобритания, 179, 186
Shaw Group, США, 81, 122, 209
Сименс, 78, 64-66, 70, 72, 73,
103, 104, 108, 135, 136, 139,
140, 142, 147-149, 155, 180, 206
Газовое месторождение
Слейпнер, Норвегия, 43
Газовое месторождение
Сновит, Норвегия, 43
SPE, Бельгия, 125
Статойл, Норвегия, 42, 43, 199
Стивенс Крофт,
Великобритания, 175, 176
Tennessee Valley Authority
(TVA), США, 121, 206, 207, 211
Teollisuuden Voima Oy (TVO),
Финляндия, 33, 111
Приливные электростанции
Аннаполис, Канада, 186, 189
La Rance, Франция, 187, 188
Severn Barrage, Великобритания, 208
Св. Давида, голова, 168, 189
Skerries, 168, 187, 190 Strangford
Lough, Великобритания, 207-208
Корпорация Toshiba, Япония, 105,
108
газовых месторождений Тролль,
Норвегия, 44
Unistar Corporation, США, 121, 209
Прогноз производства
электроэнергии в США, 215
Прогнозируемая
производственная мощность
США, 213 паровых турбин
VAX, 141, 142 Wartsila Oy,
Финляндия, 93
Мы Энергия, 49, 51, 212
Westinghouse, США, 81, 90, 102,
103, 107, 108, 110, 112, 113, 114,
116, 120, 122, 123, 128, 133, 142,
146, 158, 160, 161, 204, 206, 207
208, 211, 230
Нефтяное месторождение
Вейберн, Канада, 44, 56, 65, 215
Ветровая электростанция
Бурбо Банк, Великобритания, 198
London Array, Великобритания,
179, 191-193 Талисман,
Великобритания, 199