

«ТИТАНИК»

ЦИВИЛИЗАЦИИ



ПЕРВЫЙ ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ КОМИТЕТА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ДУМЫ
ПО ПРИРОДНЫМ РЕСУРСАМ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЮ И ЭКОЛОГИИ

Иван Игнатьевич Никитчук

В своем развитии человечество пережило несколько эпох. Первая из них – переход от охоты и собирательства к оседлому земледелию и скотоводству. Эта эпоха длилась сотни тысяч лет. Чуть более двух веков назад началась промышленная революция, сначала в Англии, потом во всём мире. Она продолжается до сих пор в отдельных регионах.

В настоящее время происходят новые изменения в развитии цивилизации, обусловленные такими причинами, как рост народонаселения, недостаток природных ресурсов, чрезмерная нагрузка на природную среду. Характерно, что эти изменения происходят одновременно во всех точках земного шара.

Между ростом народонаселения, потреблением энергоресурсов и экологией существует прямая связь. Чем больше число людей, проживающих на Земле, тем больше затрачивается материальных и энергоресурсов для обеспечения нужд населения, тем больше воздействие населения на окружающую среду. Сегодня планета испытывает проблему перенаселенности (на ней живет около 7 млрд человек), а человечество находится в поиске важных для жизнедеятельности ресурсов.

Среди таких ресурсов первостепенное значение имеют энергетические, то есть нефть, газ, уголь, уран и др. Количество существующих на Земле видов энергии, которую можно использовать, во много раз превышает даже будущие потребности человечества. Однако освоена только ничтожная часть, и в то же время запасы традиционных энергоносителей быстро убывают.

Сейчас уровень энергопотребления на планете составляет около $3 \cdot 10^{21}$ Дж/год (10^{14} Вт). Энергопотребности покрываются в основном за счет нефти и газа. Запасы этих ископаемых близки к исчерпанию, к тому же они являются ценным сырьем для нефтехимической промышленности и производства товаров народного потребления. Кроме того, нефть является еще и одним из самых «милитаризованных» продуктов. Боеприпасы современных армий не могут быть применены, если не

будет нефти. Газ менее удобен для военных целей. Расчеты на то, что газ нас спасет, эфемерны: энергосодержание газа в его мировых запасах меньше, чем нефти. И если газ ее заменит, то ненадолго.

По имеющимся оптимистическим оценкам ученых, в недрах Земли остается примерно 190 млрд т нефти, включая сланцевую нефть и трудноизвлекаемые запасы. Сегодня в мире ежегодно потребляется около 4 млрд т нефти. Таким образом, запасов нефти хватит примерно на 50 лет. Но если учесть военный резерв и потребности промышленности, то нефти для энергетики практически не осталось. Кроме того, надо иметь в виду, что на определенном этапе добыча трудноизвлекаемых запасов нефти может потребовать затрат энергии гораздо больше, чем содержится в добытой нефти, и такая добыча с точки зрения сохранения энергетического баланса становится невыгодной.

Из традиционных энергоносителей только уголь смог бы в ближайшее время заменить нефть и газ. Но тогда его сжигание надо увеличить примерно в 20 раз. Такое углепотребление погубило бы цивилизацию из-за недопустимых загрязнений. Для угольной энергетики мощностью 10^{14} Вт ежегодно придется добывать $1,5 \cdot 10^{11}$ т угля, то есть 150 млрд т. Для этого потребуется переработать около 1 млрд куб. м грунта и проложить в горных выработках рельсовые пути весом 3 млрд т. Напомню, что сегодня весь мир вырабатывает около 1 млрд т стали.

За 30 лет работы угольной энергетики мощностью 10^{14} Вт концентрация углерода в атмосфере повысится в 10 раз, а сгоревшая сера выпадет на землю в виде кислотных дождей. Доказать невозможность жизни в таких условиях нельзя, но облик планеты будет напоминать сюжет из фильмов ужасов. Иными словами, век угля недопустим, необходимы другие источники энергии.

Обращает на себя внимание солнечная энергия. Ее поступление на планету колоссальное, примерно $3 \cdot 10^{24}$ Дж/год. Но, к сожалению, пока ни один из разработанных проектов не оставляет надежд на то, что когда-нибудь солнечная энергия заменит все остальные источники. Малая плотность энергии солнечного излучения (в среднем 250 Вт/кв. м) и ее зависимость от метеоусловий и времени суток не дают возможности технически решить проблему концентрации солнечной энергии в необходимом объеме при приемлемой ее цене. Например, солнечная электростанция мощностью 1 ГВт будет занимать площадь 120 кв. км, а число приемников солнечной энергии (гелиостатов) должно быть около 1,5 млн. То есть это будет колоссальное сооружение, на которое уйдут огромные материальные затраты, а следовательно, вырабатываемая электроэнергия на такой станции будет очень дорогой.

Чтобы увеличить время съема солнечной энергии, приблизив ее к 24 часам, предлагалось крупные панели солнечных батарей разместить на геостационарной орбите на расстоянии примерно 36 тыс. км от поверхности Земли. Поток солнечной энергии на такой высоте довольно интенсивен и составляет около 1,4 кВт/кв. м. Предполагалось, что вырабатываемая солнечными батареями энергия будет преобразовываться в микроволновую энергию и передаваться на Землю сфокусированным электромагнитным пучком на частоте 2,45 ГГц. На этой частоте наименьшие потери в атмосфере. На Земле микроволновая энергия преобразуется специальной приемной системой в энергию постоянного или переменного тока необходимой частоты.

В США были проведены проектные исследования построения станций такого типа мощностью 5 ГВт каждая. Однако из-за технических трудностей и дороговизны проектов было принято решение отказаться от подобного замысла. Только вес станции на Земле со средствами доставки составил бы 2 млн т, или 400 кг/кВт. При замене современных средств производства энергии космическими солнечными станциями последних потребуется 2 тыс. штук. На площади 260 тыс. кв. км они создали бы мощность микроволновой радиации в 230 Вт/кв. м, которая грозит всему живому серьезными заболеваниями, в том числе и онкологическими.

Обратимся к урановой энергетике. Здесь принципиально возможны два варианта получения энергии – за счет термоядерной реакции синтеза, то есть слияния ядер легких элементов, и за счет реакции деления тяжелых элементов, таких как уран, торий и плутоний.

Техническая возможность на сегодня реализована для реакции деления. Одна из таких реакций, при которой разделяется ядро урана U^{235} , высвобождает 200 МэВ энергии.

Сейчас мощность всех атомных электростанций мира – около 10^{12} Вт. И даже при такой мощности запасов U^{235} хватит на время не длиннее века нефти.



Удлинить век урана можно за счет применения реакторов-размножителей, которые часто называют бридерными реакторами. В этих реакторах в качестве топлива используется другой изотоп урана – U^{238} , запасы которого значительно больше. При распаде ядра U^{238} образуется плутоний Pu^{239} . При попадании в ядро плутония нейтронов оно разделяется с выделением также 200 МэВ ядерной энергии. Не вдаваясь в теорию, заметим, что в бридерных реакторах возможна реализация так называемого замкнутого цикла, когда можно получать плутония больше, чем его закладывается в начале работы реактора.

Реакторов-бридеров с фактически замкнутым циклом воспроизводства топлива пока нет. Имеются прототипы, в частности российский реактор БН-600, который работает уже более четверти века на Белоярской АЭС. В настоящее время близок к пуску более мощный реактор на той же станции – БН-800.

Однако расчеты и прогнозы показывают, что глобальная энергетика на делении урана невозможна, так как:

- для ядерного цикла с U^{235} слишком малы запасы этого изотопа;
- для бридерного варианта в недрах недостаточно изотопа U^{238} ;
- необходимое количество плутония для реализации замкнутого цикла можно наработать за время, существенно превышающее 100 лет.

Практически неисчерпаемый источник энергии связывают с термоядерной управляемой реакцией. Главным топливным элементом в этой реакции слияния является дейтерий – изотоп водорода, способный выделять огромное количество энергии. Например, в 1 т воды содержится около 10 т н.э. энергии дейтерия.

Более полувека ведутся работы над так называемым управляемым термоядерным синтезом. Выработки энергии хотят достигнуть либо за счет постоянного (в течение нескольких десятков миллисекунд) горения десятков грамм массы топлива, либо за счет периодических коротких (доли наносекунды) микровзрывов миллиграммовых количеств горючего.

В термоядерном оружии эта реакция давно реализована. Что касается управляемой термоядерной реакции или управляемого термоядерного синтеза, то пока не удастся получить горения даже смеси дейтерия с тритием, хотя для поджига такой смеси требуются гораздо более низкие температура и плотность, чем для горения дейтерия. Но если допустить, что удастся реализовать дейтериево-тритиевую реакцию, то для того, чтобы можно было приступить к ее использованию в качестве замены традиционных источников энергии, надо решить другие задачи. В первую очередь потребуются огромное количество других материалов, которые необходимы для наработки трития. Прежде всего это литий и бериллий. Для энергетики мощностью 10^{14} Вт потребуются сжигать в год 5 тыс. т трития, 10 тыс. т лития и 15 тыс. т бериллия. Взять эти материалы в таком количестве нелегко.

Как видим, человечество стоит перед серьезнейшей энергетической проблемой, которая пока неразрешима. Есть ли какой-то выход в ситуации, которая неизбежно со временем будет обостряться и, весьма вероятно, приводить к международным конфликтам в споре за энергетические ресурсы? Выход есть.

Дело в том, что для термоядерного синтеза необходимы высокие температуры и плотности, характерные для недр Солнца. В земных условиях из-за малого объема топлива необходимы еще большие температуры и плотности, получающиеся только при ядерном взрыве. Поэтому ученые-ядерщики приходят к логичному выводу, что дейтериевая энергетика может быть только взрывной.

Первые публикации и предложения о возможности ядерных взрывов для мирных целей, включая энергетика, появились достаточно давно – по сути, с началом испытаний ядерного оружия. Еще в 1963 году во ВНИИЭФ (Арзамас-16) был выпущен закрытый отчет выдающихся советских ученых Ю.А. Трутнева, Ю.Н. Бабаева и А.В. Певницкого с обоснованием стационарной установки для получения активных веществ и электроэнергии с помощью подземных ядерных и термоядерных взрывов. В 1977 году А.Д. Сахаров опубликовал в США статью «Ядерная энергетика и свобода Запада». Суть статьи сводилась к использованию термоядерных взрывов максимально малой мощности в большой подземной камере для наработки плутония, который потом сжигался бы в ядерных



реакторах. В дальнейшем эту идею более детально прорабатывали ученые ВНИИТФ (Челябинск-70) под руководством академика Е.Н. Аврорина.

Практическое решение вопроса взрывного синтеза заключается в том, что изготавливается высокопрочная камера, в которой периодически взрываются специальные термоядерные заряды мощностью 10–25 кт в тротиловом эквиваленте. Выделяемая энергия взрыва передается специальному теплоносителю (жидкий натрий), который нагревается до температуры около 700°C и передает тепло рабочему телу, используемому в турбинах для выработки электроэнергии. При этом нарабатывается или Pu²³⁹ (если в реакции участвует U²³⁸), или U²³³ (если в реакции используется еще один радиоактивный материал – торий Th²³²). Нароботанные материалы можно использовать в ядерных реакторах также для выработки электроэнергии. Таким образом, взрывной синтез фактически обеспечивает человечество неисчерпаемым источником энергии, позволяя исключить нефть и газ в качестве топлива для выработки энергии и сохранить их будущим поколениям как ценное сырье для производства различных товаров.

Но, чтобы осуществить предложения ученых, необходимо уже сейчас прекратить тратить деньги на объективно нереализуемые проекты и перейти к серьезным научным, теоретическим и экспериментальным исследованиям взрывного синтеза, апробированию различных схем на лабораторных установках, проработке конструкторских решений. Не так много осталось времени для проработки этого гигантского проекта и решения энергетической проблемы. Вместо выяснения отношений и разжигания вражды, ненависти, военных конфликтов надо садиться за стол переговоров, понимая, что все мы живем на одной планете. Ведь эти проблемы коснутся каждого, где бы он ни находился – в Америке, Европе, Азии, Африке или Австралии. А пока что всё происходящее на Земле напоминает гибель «Титаника»: уж очень медленно осознают люди грозящую им опасность. Корабль давно обречен, а на палубе еще играет музыка и продолжается веселье.