

Волну

**Ц Е Н Т Р
«ЗВЕЗДНЫЙ МИР»**

г. Гомель

Тип. БелИИЖТа, г. Гомель. Зак. 4347—500. 15.11.88 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Центра "Звездный мир"
А.Э.Юницкий
03
1989г.



ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЯ

ПРОЕКТА ОТС НА СУХОПУТНОМ И МОРСКОМ УЧАСТКАХ

Исполнитель:

Юровицкий В.М.

1989г.

О Г Л А В Л Е Н И Е

1. Технические характеристики ОТС и ее энергетические потребности	I
2. Выбор типа электростанции для сухопутного участка ОТС	4
3. Анализ достоинств и недостатков существующего пути развития ядерной энергетики	7
4. Ядерная альтернатива XXI-го века	16
5. Новые принципы ядерной энергетики	17
6. Проблемы безопасности в гравитационно-термодинамической ядерной энергетике	22
7. Гравитационно-термодинамическая станция теплоснабжения ГТАСТ	30
8. Гравитационно-термодинамическая атомная электростанция ГТАЭС	34
9. Смешанные ядерно-химические электростанции	36
10. Гравитационно-термодинамические электростанции - опреснители ,	37
11. Ядерная энергетика и ОТС	40
12. Пути практического освоения гравитационно-термодинамической ядерной энергетики	42
13. Выбор источников электроснабжения ОТС на морском участке	45
14. Об организации работ по исследованиям в области гравитационной гидротермодинамической энергетики	50
Литература	51
ПРИЛОЖЕНИЕ: Основы гравитационной термодинамики	

1. Технические характеристики ОТС и ее энергетические потребности

Проблема энергообеспечения проекта ОТС является достаточно важной и требует детального рассмотрения.

Для такого рассмотрения примем производительность ОТС в объеме 1 млн тонн грузов в год. Пересчет на иные потребности, легко понять, не будет представлять проблемы.

Груз в ОТС доставляется на орбиту в виде роторной конструкции, представляющей из себя отдельные цилиндрические секции. Примем ~~удельный вес~~ погонный вес полезного груза в 10 кг на погонный метр. В качестве материалов могут быть металлы и другие материалы. Причем даже металлы будут в виде свернутых в рулон листов. Поэтому среднюю плотность роторной конструкции примем 1000 кг/м^3 . Отсюда легко получаем поперечный размер ротора равным 100 кв.см, а диаметр ротора равным примерно 12 см, что вполне приемлемо на первое время, ибо с учетом расположения внутри кольцевой трубы устройства магнитной поддержки, внешний диаметр трубы ОТС будет около 20 см.

При расположении ОТС на 60-м градусе широты длина параллели будет 20 тысяч километров. А общая масса ротора соответственно составит $20\ 000 \times 10 = 200$ тыс² тонн.

Для получения годовой производительности 1 млн. тонн потребуется осуществить 5 запусков в год. Цикл одного запуска составит 73 дня.

Очевидно, что сам запуск должен составить сравнительно небольшую часть этого времени, большая часть должна быть отведена подготовке и снаряжению ротора и другим вспомогательным операциям. Таким образом, длительность цикла разгона и всплытия определим в 10 суток. Так как само всплытие, видимо, будет происходить достаточно быстро, то именно 10 суток мы и положим в качестве времени разгона ротора до требуемой скорости, именно на десятисуточный

цикл энергопотребления мы и будем рассчитывать энергопотребность ОТС.

Теоретическая потребность в энергии для доставки одного килограмма груза на орбиту составляет

$$e_T = \frac{v_{1к.с.}^2}{2}$$

где e_T - удельная теоретическая энергия, $v_{1к.с.}$ - первая космическая скорость, равная примерно 8000м/с.

Подставляя это значение, получаем удельную теоретическую энергию для доставки груза на орбиту 42 МДж/кг.

Однако, нам для расчета энергопотребности необходимо также учесть и другие затраты энергии.

"Всплывающая сила" есть центробежная сила, которая, как известно, пропорциональна квадрату линейной скорости. Таким образом, увеличение "всплывающей" силы вдвое отвечает двухкратному увеличению энергии. Согласно проекту ОТС "всплывающая сила", возникающая в роторе, должна также поднять и "статор", т.е. саму внешнюю трубу, а также и устройство магнитной подвески в ней. Массу статора вместе с устройством магнитной подвески в ней можно оценить как 30 процентов от массы самого ротора. Соответственно и энергию, необходимую для подъема ротора вместе со статором мы должны увеличить в 1.3 раза. Таким образом, получаем энергию

$$e_1 = 1.3 \cdot e_T = 55 \text{ МДж/кг.}$$

Во время всплывания система магнитной поддержки будет отрезана от внешних источников энергоснабжения и может лишь питаться за счет накопленной энергии самого ротора. Примем, что на это пойдет 10% энергии ротора, тогда получаем энергию

$$e_2 = 1.1 \cdot e_1 = 60 \text{ МДж/кг}$$

Кроме того, мы должны учесть еще следующие затраты энергии в процессе самого разгона ротора:

-затраты энергии на систему магнитной подвески в процессе разгона;

-затраты на вакуумирование установки и поддержание внутри нее высокого вакуума;

-затраты энергии на сопротивление остаточного воздуха в процессе разгона;

-потери в устройстве разгона и магнитной подвески.

Не делая отдельной оценки всех этих энергетических затрат, примем как достаточно реалистическую величину удельных затрат энергии на вывод килограмма полезной нагрузки в 100 МДж/кг или 0.1 ГДж/кг.

Тогда общие энергозатраты на ^иодн цикл работы ОТС составят

$$E = e \times M = 0,1 \text{ ГДж/кг} \times 2 \cdot 10^8 \text{ кг} = 2 \cdot 10^7 \text{ ГДж.}$$

Считая, что эта энергия будет подводиться равномерно в течении всего цикла - 10 суток или для округления возьмем 10^6 с, то потребная мощность электростанций, обеспечивающих энергией ОТС, составит 20 ГВт. Увеличивая эту мощность системы энергоснабжения в полтора раза для резерва и т.п., получаем окончательно мощность электростанций в системе ОТС равной 30 ГВт.

Погонная мощность электростанций составит 1.5 ГВт/1000 км. То-есть одна электростанция современной мощности на 1000 километров ^иполюжной длины кольцевой системы ОТС, что не представляет существенных проблем даже по современным условиям.

Однако, выбор типов электростанций представляет вполне определенный интерес. При этом мы должны отдельно выбрать как тип электростанции на сухопутном, так и морском участках ОТС.

2. Выбор типа Электростанций для сухопутного участка ОТС

Существует большое количество энергоисточников и, соответственно, типов электростанций, как существующих, так и предполагаемых, которые, в принципе, могли бы претендовать на роль основного типа в системе энергообеспечения ОТС. Это химические и ядерные электростанции, термоядерные, электростанции альтернативной энергетики - ветровые, солнечные, приливные и т.д.

Однако, так называемую "альтернативную" энергетику мы сразу исключим из рассмотрения. Не потому, что мы считаем ее невозможной, но потому, что ввиду рассеянности этого вида энергии, крупномасштабная энергетика на этих энергоресурсах вряд ли возможна. Роль этой энергетики будет в будущем, видимо, повышаться, но она всегда будет, повидимому, лишь дополнять "большую" энергетику, которая в мыслимом будущем будет основываться на трех энергетических китах - химической энергии, ядерной энергии и, возможно, термоядерной.

Эти три вида энергетики мы и подвергнем изучению.

Первым делом рассмотрим возможности термоядерной энергетики, на которую возлагают очень большие надежды.

На наш взгляд, эти надежды вряд ли основаны на серьезном фундаменте. Экологическая чистота этих электростанций вызывает серьезные сомнения. Ведь в этих электростанциях предстоит энергетический потенциал снизить с сотен миллионов градусов - температуры термоядерной реакции - до сотен и первых тысяч градусов, при которых и возможно технически использовать энергию в существующих системах теплоэлектропреобразования. Очевидно, что КПД такого преобразования не может быть слишком велик, а, следовательно, можно ожидать высокого теплового загрязнения окружающей среды. Не менее

беспочвенными кажутся и представления об отсутствии радиоактивных отходов в термоядерных станциях. Думается, что радиационная опасность их будет еще выше, ибо основным радиационным компонентом будет газообразных тритий, и обезвреживание газовых отходов термоядерных станций будет еще сложнее. Наконец, в поглотителе будут накапливаться радиационные элементы в результате появления радиоактивных изотопов под действием высокоэнергичного облучения.

Однако, возможно, самое главное не это. Наибольшая опасность перспективам термоядерной энергетики ждет ожидает по другой причине.

Термоядерная энергетика по своим физическим принципам, при любой схеме нагрева и удержания высокотемпературной плазмы, требует большого количества сверхвысокого вакуума, продукта в условиях земной атмосферы весьма дорогого и энергозатратного. Несложно сделать прикидки, которые показывают, что расходы на глубокий вакуум могут оказаться на порядок выше энергетического выхода самой реакции.

Поэтому мы сможем сказать, что термоядерная энергетика, если даже удастся справиться со всеми проблемами нагрева и удержания высокотемпературной плазмы, сможет найти себе применение там и только там, где сам вакуум "ничего не стоит", т.е. либо на безатмосферных космических объектах, либо в качестве реактивного двигателя для межпланетного транспорта. Отметим, что межпланетный транспорт на термоядерном двигателе очень хорошо бы стыковался с самой идеей безреактивного выхода с Земли в ближний космос.

Таким образом, остается выбор между химической энергией и ядерной энергией.

Как известно, запасы химического топлива на Земле достаточно ограничены. Это одно ставит пределы для использования химических

электростанций в системе энергоснабжения ОТС. Кроме того, они являются крупнейшими загрязнителями атмосферы, поставляют в нее большое количество углекислого газа, что ведет за собой парниковый эффект. Ввиду того, что для личного транспорта пока не видно реальной замены химического топлива, лучше химическое топливо оставить для этой цели.

Таким образом, мы приходим к заключению, что в остатке у нас остается только ядерная энергетика.

Однако, накопленный опыт развития ядерной энергетике показывает, что современный путь развития ядерной энергетике не является беспроблемным и требует более тщательного анализа.

3. Анализ достоинств и недостатков существующего пути развития ядерной энергетики

Пуск первой в мире атомной электростанции произошел в СССР в 1954 году. Мощность ее была всего 5000 кВт. С того времени ядерно-энергетическая гонка охватила весь мир. В некоторых странах, например, Франции, доля производства электроэнергии на ядерных электростанциях составляет уже больше половины всего производства. В СССР эта доля пока не превышает 10%. На этой основе постоянно раздаются призывы к форсированию развития ядерной энергетики в СССР.

Однако, после аварии в Чернобыле во всем мире замечен спад ядерно-энергетической активности. Например, в США в восьмидесятые годы не введено в строй ни одной новой ядерной электростанции, а уже построенная Шорхамская АЭС, стоимостью более 5 миллиардов долларов, закрыта. Закрыты построенные АЭС в Австрии, Югославии. Во всем мире растет движение против ядерной энергетики, против "топлива дьявола", как называют его во все большем числе стран.

В СССР также чрезвычайно сильна оппозиция со стороны широких слоев населения строительству ядерных электростанций. Шок Чернобыля до сих пор довлеет над людьми. В последнее время было прекращено строительство Краснодарской АЭС, законсервировано строительство Крымской АЭС, принято решение о ликвидации Армянской АЭС.

Таким образом, речь может идти уже о кардинальном вопросе - а имеет ли ядерная энергетика вообще будущее? И это требует вновь возвратиться к самому тщательному анализу как самой ядерной проблематики, так и анализу прошлого и будущего развития в этой области.

Рассмотрим сначала достоинства ядерной энергии и ядерного топлива.

1. Высокая энергоемкость ядерного топлива, что позволяет резко сократить расходы на его доставку и перевозку.

2. Возможность использовать в процессе использования ядерного топлива механизмы его воспроизводства.

3. Отсутствие технологических газообразных и жидких отходов.

4. Высокая степень компактности энергетических реакторов на ядерном топливе.

5. Высокая степень автоматизируемости ядерно-энергетических устройств, допускающая, в принципе, создание полностью автоматизированных и безлюдных технологий.

6. Большие прогнозные запасы ядерного топлива.

7. Развитие космических технологий должно, в качестве естественного этапа развития, привести к освоению всей Солнечной системы. При этом имеются большие сомнения, что на других телах Солнечной системы будет обнаружено углеводородное топливо. В то же время нет никаких оснований сомневаться, что запасы ядерного топлива на этих телах могут иметься, а, следовательно, энергетика века освоения окосолнечного пространства будет ядерной по-преимуществу /либо термоядерной/. В случае же овладения термоядерной энергией за пределами Земли, возможно создание процессов выработки ядерного топлива для земных АЭС на этих внеземных устройствах.

Собственно у ядерного топлива существует лишь три собственно имманентных недостатка, которые не зависят от схем его использования.

1. Радиоактивное излучение, возникающее в процессе его использования.

2. Высокая опасность отходов, хотя они и получаются в чрезвычайно малом количестве.

3. Максимальная гипотетическая авария /МГА/ для ядерной энергетики может явиться катастрофой всемирного масштаба.

Все остальные многочисленные недостатки существующей ядерной энергетики связаны не со свойствами ядерной энергии и ядерного топлива как такового, а со схемами его использования.

Для того, чтобы это показать, заметим, что в современной ядерной энергетике используется процесс преобразования тепловой энергии в электрическую, полностью заимствованный из обычной тепловой энергетике, с классических угольных электростанций.

Для угольных электростанций этот процесс подходит почти идеально. Устройство включает в себя топочное устройство, паровой котел и электротурбогенератор. В качестве рабочего тела используется вода.

Характеристики воды как рабочего тела прекрасно подходят к физико-химическим характеристикам угольного топлива. При сжигании угольного топлива образуется факел с достаточно высокой температурой и ~~высоким~~ большого объема, внутри которого легко разместить различные узлы для приготовления пара высоких параметров - водоподогреватель, парогенератор, пароперегреватель. Причем температура в факеле горения спадает и потому соответственно требованиям можно разместить эти устройства в самых благоприятных частях факела. Температура в факеле позволяет получить пар самых высоких параметров, близких к оптимальным для термодинамических свойств воды - например, критический и даже закритический пар, что позволяет получать сравнительно высокий КПД установки, уменьшать расход воды и тепловое загрязнение окружающей среды.

Ядерная энергетика, фактически, механически перенесла технологию химической энергетике, заменив лишь угольную ⁶топку на ядерный реактор.

Но условия в ядерном реакторе и в химической топке совершенно различны, причем отличие как раз в сторону ухудшения относительно

поставленных задач по приготовлению высококачественного рабочего тела для турбогенератора.

В ядерном реакторе отсутствует свободное незанятое пространство для удобного размещения всех узлов и компонентов парового котла и системы пароприготовления. Ядерный реактор весьма компактен и имеет одинаковую температуру в различных своих частях, что с точки зрения термодинамики и теории теплопередачи чрезвычайно неблагоприятно для процесса пароприготовления пара высоких параметров от холодной воды и выходного рабочего тела. Температура в ядерном реакторе существенно ниже чем в факеле сгорания топлива и плохо соответствует условиям получения водяного пара высоких параметров. Весьма сложно в ядерном реакторе поместить все устройства для обработки всех фаз рабочего тела - холодной воды, парогазовой смеси, насыщенного пара, перегретого пара, фаз, которые резко отличаются друг от друга своими термодинамическими и физическими свойствами.

Ввиду этого при всей сравнительной простоте ядерного реактора и его высокой степени надежности, (показателем надежности ядерного реактора может служить тот факт, что в течении нескольких десятилетий несколько таких реакторов работало в черте Москвы), ядерный паровой котел представляет собою устройство чрезвычайно сложное, потенциально опасное и малонадежное.

КПД ядерно-энергетических установок ниже КПД тепловых станций на химическом топливе на 25-30 процентов, что, с одной стороны, приводит к расточительному использованию ядерного топлива, а, с другой стороны, вызывает значительно большее, чем для тепловых станций, тепловое загрязнение окружающей среды, особенно охлаждающих водоемов.

В ядерной энергетике приходится использовать так называемые турбины влажного пара, которые более дороги, менее надежны ввиду сильного абразивного износа их лопаток капельками воды и имеют малый срок службы.

Проблемы ядерной безопасности в этом процессе не имеют "внутреннего", органичного решения, а решаются "внешним" способом путем создания большой и необычайно сложной, а потому и малонадежной системы отдельных подсистем безопасности. Это включает в себя отвод больших санитарных зон, создание бетонных колпаков, резервирование различных устройств, создание устройств с многократным запасом прочности и т.д. В результате затраты на безопасность в современной АЭС составляют не менее половины общей стоимости АЭС.

Если ядерный реактор, как объект регулирования, обладает весьма хорошими свойствами, то подключение его к нестабильной внешней электросети через такое малоинерционное устройство, как турбогенератор, создает большие проблемы в этой области, т.е. физическая особенность ядерных реакторов - их "нелюбовь" к быстрым управляющим воздействиям. В результате АЭС не могут работать в сети самостоятельно, а на каждый установленный киловатт мощности АЭС, работающей в базовом режиме, требуется до трех киловатт установленной мощности других неядерных источников энергоснабжения, способных к работе в полубазовом и пиковом режиме.

Однако, центральный вопрос состоит в следующем - можно ли создать абсолютно надежную АЭС? Для того, чтобы ответить на этот вопрос, надо учесть следующее. Использование химического топлива, видимо, достигло или в ближайшие годы достигнет допустимого по экологической нагрузке на биосферу Земли допустимого предела. Дальнейшее существенное повышение сжигания химического топлива грозит уже всемирной экологической катастрофой ввиду как большого загрязнения окружающей среды кислотными выбросами, так и большого расхода кислорода и выброса в атмосферу углекислоты, создающей парниковый эффект.

Но ведь потребность в энергии будет возрастать, причем в больших размерах, учитывая, что слаборазвитые страны еще обладают весьма низкой энерговооруженностью, а это пока еще большая часть

населения Земли.

Отсюда с неизбежностью следует вывод, что наращивание новых энергетических мощностей должно идти как по линии использования гидроресурсов, так и по линии строительства новых ядерных электростанций. Поэтому прогнозируемый рост мощности ядерноэнергетических установок в течении предстоящего столетия может составить десятки и сотни раз. Число АЭС будет исчисляться тысячами.

Вот почему необходимо создать такие ядерно-энергетические устройства, в которых МГА с катастрофическими планетарными последствиями типа чернобыльской были вообще невозможны.

Но ведь в настоящее время МГА - максимальная гипотетическая авария - не может быть ничем иным как взрыв реактора.

В настоящее время в качестве меры безопасности против такой МГА считается бетонный колпак. Но сможет ли он предотвратить катастрофические последствия?

Конечно, против аварий малой и средней тяжести бетонный колпак достаточно надежное средство. Но против аварии типа чернобыльской он, увы, не только не защищает, но еще более усугубляет ситуацию.

Действительно, при взрыве типа чернобыльского, когда энерговыделение превышает номинальную мощность реактора в тысячу раз, прорыв колпака неизбежен. Но этот прорыв может произойти в любом месте, он непредсказуем. И в результате уже никакого доступа к реактору не будет, глушение его окажется вообще невозможным. Можно сказать, что это большая удача, что над четвертым блоком чернобыльского реактора было лишь легкое перекрытие, которое сгорело или было сорвано взрывом, благодаря чему появился доступ для его глушения через сбрасывание глушащих материалов сверху. Что бы можно было бы сделать в противном случае - вообще непонятно.

Таким образом, бетонный колпак не защищает от МГА, а наоборот, ее усугубляет.

Кроме того, надо иметь еще одно соображение. Предположим мы даже создали электростанцию, которая нам представляется абсолютно безопасной, что подтверждается, к примеру, безаварийной работой в течении десятилетий. Но ведь процесс совершенствования ядерных электростанций будет совершенствоваться. И это совершенствование будет, естественно, вестись в направлении повышения их экономичности. А это возможно лишь на путях увеличения температуро-тепло-и энергонапряженности. И длительная безопасная работа будет вольно или невольно провоцировать движение в этом направлении, в направлении уменьшения коэффициентов запаса, безопасности и т.д., ибо естественно будет представление об их завышении. При этом, обязательно появятся и новые теории расчетов, которые "убедительно" продемонстрируют это. И это, столь же естественно, будет способствовать риску МГА, о каковом опять нельзя будет ничего сказать, пока сама катастрофическая авария не произойдет. Ведь очевидно, что не будь аварий в Тримайл Айленд, в Чернобыле, мы до сих пор пребывали в святой надежде о полнейшей безопасности ядерных электростанций и "чернобыли" нам бы еще предстояли, а может быть даже в еще большем количестве, ибо от этой уверенности можно было бы придти еще к большему ослаблению мер безопасности.

Таким образом, если некий объект принципиально склонен к катастрофическим авариям, то чем длительнее период безаварийной работы этого объекта, тем вероятность такого рода выше. Это есть, фактически, безусловный закон теории надежности и теории "невероятности", если бы такая наука о риске появления чрезвычайно редких событий была бы создана.

А ведь надо ясно понять, что несколько аварий типа чернобыльской даже на протяжении нескольких десятилетий грозят самому существованию человечества.

Причем вновь подчеркнем, что речь идет о тысячах электростанциях, сотнях лет их существования.

Кроме того, отметим возможность искусственной МГА с катастрофическими последствиями, являющихся результатом террористических действий, саботажа, диверсии или, наконец, военного нападения даже неядерными средствами. Наконец, нельзя исключить возможность такой МГА в результате тектонической деятельности /землетрясений, вулканической деятельности/, а также за счет космической активности - падение метеоритов, астероидов и т.д.

Итак, приводим сводку недостатков нынешнего пути развития ядерной энергетики.

1. Невозможность сведения катастрофической аварии к абсолютной невозможности никакими техническими средствами и мерами безопасности.

2. Уязвимость ядерных электростанций по отношению к террористическим действиям, диверсиям, военному нападению даже неядерными средствами, возможность ядерного шантажа.

3. Существующая ядерная энергетика способствует распространению ядерного оружия.

4. Повышение радиоактивного фона, накопление радионуклеоидов на обширной территории вокруг станции.

5. Большие затраты земель на санитарную зону.

6. Большое радиационное давление на обслуживающий персонал, что при большом росте АЭС может стать существенным фактором в накоплении неблагоприятных генетических факторов в разрезе всей человеческой популяции.

7. Большие территории вокруг АЭС становятся непривлекательными для проживания, а население в этих районах подвергается непрерывному психологическому стрессу, что также вызывает проблему психического

здоровья населения.

8. Высокое тепловое загрязнение окружающей среды АЭС ввиду низкого КПД, ~~аппаратов~~ и в особенности, водоемов.

9. Невозможность самостоятельного использования АЭС, а только в базовом режиме и совместно с другими типами электростанций.

10. Недопустимо низкий КПД атомных электростанций.

11. Сложность решения проблемы хранения РАО /радиоактивных отходов/.

Все это позволяет сделать однозначный вывод:

-существующий путь развития ядерной энергетики есть величайшая инженерно-техническая ошибка XX-го века.

4. Ядерная альтернатива XXI-го века

Таким образом, мы приходим к ядерно-энергетической альтернативе XXI-го века:

- будущее развитие человечества невозможно без ядерной энергии;
- будущее развитие человечества может оказаться невозможным с ядерной энергией.

Таким образом, мы стоим перед задачей разработки принципиально нового пути развития ядерной энергетики в XXI-м веке.

При этом поиск такого пути развития должен осуществляться на основе первого закона "инженерной гуманистики" /или "гуманистической инженерии"/:

-никакая инженерно-техническая разработка или решение недопустимы, если в ней МГА /максимальная гипотетическая авария/ есть катастрофа всепланетного масштаба.

5. Новые принципы ядерной энергетики

Анализируя причины неправильности пути развития ядерной энергетики, нельзя не прийти к выводу, что причина этой ошибки состоит в принципиально неверном подходе.

Если мы проанализируем, как человечество осваивало различные виды топлив в "бытовой энергетике", то мы заметим очень четкий закон: всегда технология и устройства разрабатывались под топливо, но не наоборот, не приспособливали топливо под ранее известные технологии и устройства. Например, хворост - очаг, дрова - русская печь, уголь - голландская печь, газ - газовая плита, ядерная энергия - электрическая плита.

В области же ядерной энергетики научно-техническая мысль пошла по пути приспособления уже существующих устройств и технологий в области химической энергетики, в результате чего достоинства ядерного топлива оказались никак не использованы и не включены в сам технологический процесс, а недостатки его оказались выпяченными и для их устранения принялись "навешивать" всякого рода внешние системы - системы безопасности, контроля, хранения РАО и т.д. Единственно, где ядерное топливо использовано органично и не может быть заменено никаким другим - это ядерные подводные лодки и, частично, бортовые реакторы спутников. В области же крупномасштабной ядерной энергетики нет примера незаменимости, уникальности установок, невозможность их замены другими типами. Уникальный пример дает Армянская АЭС, по которой принято решение о превращении ее в тепловую электростанцию.

Ясно, что именно универсализм в использовании разных видов топлив и есть главный порок ядерной энергетики нынешнего типа. А необходимо создать специфический способ использования ядерной энергии.

Можно предположить, что универсализм в крупномасштабной энергетике приводит к весьма посредственным результатам и в области использования такого идеального химического топлива, как газое.

Итак, будем пытаться найти новые решения в области ядерной энергетике, основываясь при этом прежде всего на сформулированном выше "первом законе "инженерной гуманистики".

Ясно, что для того, чтобы МГА в ядерной энергетике не было катастрофой планетарного масштаба, ядерные электростанции должны быть удалены с поверхности Земли.

Наиболее радикальным был бы полный перенос ядерной энергии за пределы Земли в космическое пространство. Хотя обсуждение этой перспективы вполне допустимо, но, очевидно, речь может идти о достаточно далекой перспективе, которая, в частности, может быть приближена реализацией ОТС. Но на сегодняшний день требуются иные решения.

Предложены и широко дискутируются /напр. ак.А.Д.Сахаров/ проекты размещения АЭС под землей. Но достаточен ли этот проект для решения всех проблем ядерной энергетике?

Ясно, что размещение АЭС под землей под достаточно толстым слоем горных пород может гарантировать от выброса радиоактивных продуктов в атмосферу при МГА и, казалось бы, отвечает условиям невозможности МГА с катастрофическими последствиями. Увы, на самом деле это не так.

По условиям надежности предотвращения выбросов в атмосферу при умеренной стоимости сооружения АЭС глубина заложения должна составлять порядка 50 метров. Но это означает, что реакторы будут находиться над водоносными слоями артезианского бассейна, который, как правило, располагается на глубинах сотни и первые тысячи метров. Разместить существующую АЭС на более низких глубинах практически невозможно ввиду катастрофического роста затрат на стоимость соору-

жения и утери конкурентоспособности ядерной энергетики перед химической.

Таким образом, при МГА, связанной с расплавлением активной зоны реактора и проплавлением фундаментов возможен уход радиоактивного материала реактора вниз в водоносные горизонты артезианского бассейна, что приведет к радиоактивному заражению источников водоснабжения на очень большой территории.

Но и это еще не все. Конструкция станции должна не только предотвращать МГА с катастрофическими последствиями, но и бороться с последствиями МГА, способствовать ликвидации последствий МГА. Увы, подземное расположение АЭС как раз и затрудняет ликвидацию МГА, так как в подземном пространстве доступа к реактору с целью его глушения практически не будет. Так что если даже и не произойдет самое худшее, ввиду бесконтрольности работы аварийного реактора произойдет радиоактивное заражение всего верхнего подземного пространства, радиоактивные продукты будут постепенно диффундировать в различные стороны, в том числе и к поверхности, создавая очаг радиоактивного заражения пусть и не очень большой интенсивности, но действующий в течении многих столетий и даже тысячелетий и загрязняя в течении этого времени как атмосферу, так и подземные воды. Наконец, МГА с одним реактором приведет сразу же к выводу из строя всей АЭС.

Таким образом, подземное расположение АЭС с одной стороны увеличивает стоимость строительства станции, а с другой стороны не дает достижения цели безопасности, заменяя лишь одни результаты МГА на другие, фактически, не менее опасные и разрушительные.

И тем ни менее, перенос самих реакторов под землю представляется необходимым элементом создания безопасной ядерной энергетики. Но только надо отказаться от сложившихся стереотипов в конструкции

АЭС и технологических схем.

Очевидно, что реактор должен размещаться ниже уровня артезианского бассейна, т.е. на глубинах сотни метров и даже первые километры.

Во-вторых, зачем на такую же глубину спускать турбогенераторы, электросиловое хозяйство? Ясно, что устройства использования пара и также электроэнергетическое хозяйство может быть и даже должно оставаться на поверхности земли.

Но этим самым мы ломаем самую центральную догму энергетики - догму компактного размещения всех узлов и агрегатов электростанции. Действительно, требование к компактности энергетических установок всегда было непо^гвергавшимся сомнению требованием к их конструированию. Теперь же мы предполагаем разорвать единое устройство по вертикали, располагая на достаточно большой глубине устройство приготовления пара, и устройство его утилизации на поверхности.

Но этим самым мы вводим в действие новый параметр, который в существующих конструкциях не играл технологической роли - силу тяжести, гравитацию. И теперь мы можем сделать этот параметр технологическим, т.е. заставляя саму силу тяжести создавать давление в парогенераторе за счет разности удельных весов столба воды и столба пара. Другими словами, глубина заложения реактора должна определяться уже не только из условий безопасности и геологических условий, но и из условий получения пара требуемых технологических параметров. А сам уже процесс будет гравитационно-термодинамическим.

Наконец, мы можем отказаться от ~~схемы~~ парогенератора в виде парового котла, а использовать простейшую к^нструкцию парогенератора в виде "кипятильника" с естественным поддержанием давления в нем и автоматически определяемой глубиной заложения температурой кипения и давлением. Это позволит резко упростить конструкцию

парогенератора, ибо теперь в нем будет, фактически, вестись только обработка одной водяной фазы - воды.

Итак, схема гравитационно-термодинамической ядерной энергетики включает в себя ядерный реактор - один или несколько, - расположенных под землей ниже уровня артезианского бассейна и глубина расположения которых определяется требованиями к параметрам пара. Тепло от ядерного или ядерных реакторов подводится через радиационную развязку к расположенному вблизи баку, связанному с поверхностью двумя вертикальными каналами, по одному из которых с поверхности или из другого источника подводится питательная вода, по другому отводится пар к системе утилизации пара, размещенной на поверхности.

В данной схеме возможны различные варианты использования ядерной энергии, о чем будет сказано ниже, но предварительно рассмотрим центральные проблемы - проблемы безопасности.

6. Проблемы безопасности в гравитационно-термодинамической ядерной энергетике

Первый вопрос - возможно ли в этой системе МГА с катастрофическими последствиями?

Легко видеть, что нет. Даже при самой тяжелой мыслимой аварии, связанной с расплавлением реакторной зоны и проплавлением фундаментов, реакторная масса не попадет в артезианский бассейн и никакого заражения источников водоснабжения не произойдет. В то же время само по себе заражение нижележащих подземных слоев, естественно, при правильном выборе гидрогеологических условий расположения реакторов, ни к каким неблагоприятным моментам не приведет, ибо нижележащие водоносные горизонты минерализованной воды никаким образом не используются и не имеют сообщения с артезианским бассейном, а также и не должны иметь выхода на поверхность в ближайшей округе размером, по крайней мере, в несколько сот километров.

И ~~если~~ даже если за несколько сот километров от области заражения эти водоносные горизонты имеют выход на поверхность, то достигшая через несколько десятилетий или даже столетий радиоактивность будет иметь столь же опасный характер, как и известные ныне выходы радиоактивных вод /радоновые воды/, которые даже используются в бальнеологии.

Выход же радиоактивности на поверхность, естественно, полностью исключается.

Однако, даже в случае самой катастрофической аварии, связанной со взрывом реактора типа чернобыльского, существуют достаточно простые меры быстрого и надежного глушения реактора. Для этого камера реактора либо даже сам реактор должен иметь трубу аварийного глушения, через которую можно будет закачать, к примеру, беспонный тампонажный раствор с необходимой добавкой поглотителя, например,

бора, что позволит остановить реакцию и замоналичить сам реактор, предотвращая вынос из него любых радиоактивных материалов, в каком виде он и может сохраняться, не представляя никакой опасности, столетия и тысячелетия.

Отметим, что выход из строя одного реактора не будет означать гибель всей станции, так как другие реакторы, а также и парогенератор, тем более уж каналы и поверхностные объекты никак этим не будут затронуты и сама станция может эксплуатироваться с полной безопасностью и дадее. А так как сама станция должна при этом работать многие столетия, то и в течении всего этого срока за замоналиченным реактором будет вестись наблюдение и при появлении признаков появления радиоактивных утечек, ремонт этого "саркофага" не будет представлять никакой проблемы.

Наконец, сама вероятность аварии с взрывом реактора становится еще менее вероятна. Дело в том, что такого рода аварии связаны с утечкой охлаждающих агентов. Здесь же нет никаких механических устройств, например, насосов, которые обладают недостаточной надежностью. Парогенератор постоянно находится по давлением столба жидкости, обьм воды в этом столбе и в самой системе весьма велик и потому неожиданное обезвоживание системы практически невозможно. Кроме того, как в системе циркуляции теплоносителя внутри реактора, так и внутри промежуточного контура радиационной развязки должен использоваться принцип гравитационной тепловой трубы, обладающий высочайшей надежностью и не требующий опять-таки применения каких либо механических насосов. Этот принцип легко использовать именно в данной схеме, потому что здесь вся конструкция сугубо трехмерна, геометрия такова, что нет никаких проблем с уровнями размещения тех или иных объектов. В обычных АЭС этот принцип не может использоваться ввиду того, что требовалось бы здание АЭС громадной высоты и многие наиболее тяжелые устройства пришлось бы размещать на очень высокой геометрической отметке, что не позволительно по условиям

прочности стен и оснований и безопасности. Здесь мы полностью "геометрически свободны", архитектура внутренней части АЭС становится подлинно трехмерной.

На один парогенератор может работать сразу несколько реакторов, причем их можно свободно выводить в ремонт без изменения общей мощности установки. Это приводит к тому, что здесь уже выгодно использовать реакторы сравнительно умеренной мощности и более простых по конструкции, которые, к тому же, будет проще монтировать на глубине. Еще большего упрощения и удешевления реакторов можно достичь, используя бескорпусную конструкцию самих реакторов. Внутри земли делают просто полость в форме внутреннего объема реактора, которую бетонируют и облицовывают соответствующими материалами. А в образовавшееся пространство уже помещают внутреннюю начинку реактора. Таким образом, один из наиболее дорогостоящих элементов ядерных реакторов - его высокопрочная толстая металлическая оболочка здесь отпадает, заменяясь слоем горной породы, бетона и сравнительно тонкой металлической оболочки.

Отсутствие или резкое уменьшение вредных пустых объемов ведет одновременно к резкому уменьшению объемов ~~воздушных~~ радиоактивных воздушных выбросов при небольших авариях или протечках.

Причем сами воздушные и паровые или жидкостные радиоактивные отходы после их очистки от радиоактивности не будут выбрасываться в атмосферу, а будут закачиваться в нижележащие слои, так что такая станция будет принципиально не иметь никаких радиоактивных воздействий на атмосферу.

Одно из главных свойств ядерных реакторов состоит в их неблагоприятном реагировании на быстрые управляющие воздействия, что связано с известным физическим эффектом "йодной ямы". Именно поэтому во всех энергосистемах АЭС помещают в базовый режим. Но в данной схеме реакторы можно использовать уже даже в полубазовом режиме,

так как теперь между внешней нагрузкой и реактором находится высокоинерционная, демпфирующая колебания внешней нагрузки, пароводяная система большой емкости и массы. Более того, представляется возможным использовать данную схему и в режиме пикового энергопотребления, если создать специальные буферные паронакопительные подземные емкости, футерованные высокотеплоизолирующими материалами, например, такими, какими покрывают "Буран".

На один паровой канал могут работать несколько турбогенераторов. Этим самым разрывается чрезвычайно опасная связь ядерного реактора с турбогенератором, являющимся в свою очередь источником высокой опасности. Опыт Белоярской аварии, когда авария в турбогенераторе чуть не привела к катастрофе ядерного масштаба, хорошо показывает важность разрыва такой связи. Турбогенераторы теперь могут вводиться и выводиться из работы независимо от реакторов. Это позволяет увеличить коэффициент полезного использования гравитационно-термодинамической установки практически до 100 процентов, в то время как сейчас коэффициент использования в атомной энергетике чрезвычайно низок.

Наличие буферизации в системе управления ядерным реактором резко упрощает саму систему управления ими, позволяет их сделать гораздо более простыми и более надежными. Все управление может быть в рабочем режиме чисто автоматическим даже без использования сложных систем с компьютерами. В любом случае это управление может вестись с поверхности земли. В результате этого присутствия рабочего персонала вблизи реакторов под землей в режиме постоянного дежурства может стать просто излишним, что резко уменьшит нагрузки радиационного характера на обслуживающий АЭС персонал.

Но это означает, что такая установка может работать в системе "реактор под замком". Т.е. реактор в рабочем режиме находится под замком и опечатан, например, печатью (Атомного Агентства по атомной энергии, а лишь при перезарядке вскрывается и сама перезарядка

ведется под контролем международных органов. Это позволяет создать максимально эффективную систему контроля за ядерно-энергетическими установками в плане исключения возможности распространения ядерного оружия, исключения хищения расщепляющих материалов и т.д.

Гравитационно-термодинамические установки полностью иммунны к военному нападению, терроризму, ядерному шантажу.

Гравитационно-термодинамические ядерные установки не требуют практически никакого отвода земель под санитарную зону, в принципе, они могут размещаться даже непосредственно в городской черте.

Гравитационно-термодинамические установки экологически абсолютно безопасны, не создают какого-либо радиационного фона.

КПД ядерно-гравитационных установок будет выше, чем обычных АЭС при соответствующем выборе параметров пара, что определяется лишь глубиной заложения станции. При этом, хотя вырабатываемый ядерным кипятильником пар является насыщенным, за время подъема его в вертикальном паровом канале будет появляться эффект его осушения и перегрева ввиду известного в нефте- и газодобыче эффекта скольжения водяной фазы по отношению к чисто паровой. Более того, используя геометрический фактор, аналогично тому, как используется этот фактор в газодинамике, меняя поперечный размер вертикального парового канала по высоте, можно эффективно управлять и термодинамическими параметрами выходного пара. Кроме того, как будет показано далее, существуют эффективные возможности доведения КПД гравитационно-термодинамических установок до такого же для лучших конденсационных электростанций на химическом топливе.

А увеличение КПД позволит, естественно, и уменьшить тепловое загрязнение водоемов и атмосферы.

Гравитационно-термодинамические установки позволяют использовать более опасные и рискованные схемы реакторов, например, схемы реакторов-размножителей, схемы графитовых реакторов типа черновильского,

с помощью которых можно решать в массовом масштабе проблему воспроизводства ядерного топлива.

Рассмотрим теперь проблему хранения РАО /радиоактивных отходов/. Но сначала сделаем общее замечание.

Нет такого яда или отравы, которая бы Природа не умела хранить в подземных пластах миллионы лет без всякого ущерба для живого. Все соли, которые отравляют все живое, миллионы лет хранятся в подземных пластах, все металлы, все, что мы добываем - это все берется из под земли, где прекрасно сохранялось миллионы лет. Даже такие отравляющие газы, как сероводород Астраханского месторождения, прекрасно хранились в подземных кладовых без всякого ущерба для живой природы.

Следовательно, надо ясно осознать, что в подземных хранилищах можно хранить все, что угодно и сколько угодно, важно только правильно выбрать место их расположения. Более того, эти подземные хранилища наших отходов при правильном хранении могут стать источником богатства для наших потомков, могут стать "техногенными месторождениями" тех самых элементов, с которыми мы сейчас не знаем, что делать. Ясно, что самое страшное, это выбрасывать все отходы на поверхность Земли, вот это, действительно, означает смерть биосферы.

Теперь конкретно по поводу хранения РАО. Вся структура гравитационно-термодинамических энергосистем рассчитаны на эксплуатацию в течении многих столетий. Поэтому и РАО вовсе нет нужды куда-то вывозить, а надо их оставлять хранить прямо возле самих станций, в специально создаваемых штольнях, которые должны представлять не "могильники", не свалки, а цехи по хранению РАО, в которых эти отходы в том или ином виде будут храниться под контролем работников станции по крайней мере, столько же, сколько будет существовать сама станция.

✓ Видимому, настало время создать специальную науку - э к о - г е о л о г и ю, которая, с одной стороны, изучала вопрос, как без ущерба для экологии добывать полезные ископаемые, а, с другой стороны, как возвращать под землю отходы человеческой деятельности, имея при этом ввиду главный принцип, что наши отходы могут стать для наших потомков полезными ископаемыми, а наши подземные отходохранилища - техногенными месторождениями.

Именно, если этот главный принцип получит признание, проблемы хранения отходов и охраны среды обитания смогут найти свое естественное разрешение.

При этом должно быть проведено тщательнейшее геологическое, тектоническое, гидрогеологическое изучение подземных недр, должны быть созданы схемы хранения отходов различного вида с учетом интересов будущей их разработки, созданы соответствующие архивы, рассчитанные на сотни лет своего существования.

А для этого надо восстановить в современном человеке времяощущение столетий и тысячелетий, а не то, какое имеет современный человек, времяощущение которого не раздвигается за границы лет и, в крайнем случае, одной - двух пятилеток.

Итак, мы показали, что гравитационно-термодинамическая энергетика решает большую часть проблем широкого и беспрепятственного развития ядерной энергетике.

Одметим еще один момент. На первый момент кажется, что гравитационно-термодинамический путь развития связан с удорожанием строительства АЭС. На самом деле это не так.

Хотя подземные работы, конечно, не являются дешевыми, но это, фактически, главный источник стоимости гравитационно-термодинамической АЭС. Но существеннейшее удешевление будет достигнуто за счет следующего:

-использование более дешевых реакторов; например, им не нужны будут чрезвычайно дорогостоящие толстостенные металлические оболочки;

-экономия на средствах защиты;

-экономия на расходе земель;

-экономия на эксплуатационных затратах;

-гравитационно-термодинамические АЭС требуют гораздо меньше расхода всякого рода строительных материалов - бетона, металла и т.д., ибо здесь от архитектуры искусственно создаваемых тел мы переходим к архитектуре искусственно создаваемых дыр, полостей в подземном пространстве. Несущим материалом и элементом становится прежде всего сама горная порода.

-повышение КПД и коэффициента использования станций.

Все это взятое в комплексе должно существенно уменьшить стоимость электроэнергии, получаемой на этих станциях, и сделает их коммерчески выгодными.

А теперь мы перейдем к описанию различных типов гравитационно-термодинамических энергетических объектов.

7. Гравитационно-термодинамическая
атомная станция теплоснабжения

/ГТАСТ/

Гравитационно-термодинамическая атомная станция теплоснабжения непосредственно не имеет отношения к проблеме электроснабжения, однако, рассмотрение ее желательно, ибо это наиболее простой объект гравитационно-термодинамической ядерной энергетики, наиболее простой для реализации, имеющий шансы стать наиболее массовым ядерно-энергетическим устройством, на котором и будут отрабатываться все проблемы этой техники, прежде чем перейти к сооружению более сложных гравитационно-термодинамических объектов.

ГТАСТ представляет собою, по сути дела, ничто иное как искусственный гейзер. А гейзерное теплоснабжение, основанное на естественных выходах теплой воды и пара, широко используется в мире. Таким образом, задача состоит в создании искусственного гейзера с помощью ядерной энергии.

Для нужд городского теплоснабжения требуется пар сравнительно невысоких теплофизических параметров, примерно 20 - 50 атмосфер. Следовательно, глубина заложения ГТАСТ должна быть вполне умеренной - 200 - 500 метров. Естественно при этом надо учитывать условие соответствия глубины заложения ядерного реактора и глубины расположения артезианского бассейна.

Ввиду большой безопасности нет никаких доводов кроме чисто психологических против размещения ГТАСТ непосредственно под геометрическим центром города, что приведет к резкому сокращению длины тепловых сетей и потерям тепла в них.

Кроме проблемы аварии реактора, рассмотренной выше, необходимо обеспечить абсолютную невозможность попадания радиоактивной воды непосредственно в квартирные теплосети.

Легко видеть, что это обеспечивается полностью. В жилые помещения будет поступать теплоноситель из четвертого ~~/!!!!/~~ контура. Действительно - первый контур - контур самого реактора. Второй контур - контур радиационной развязки. Третий контур - контур рабочего пара и ~~под~~ конденсата, поступающий в домовые бойлерные. И, наконец, только вода из четвертого контура будет непосредственно поступать в квартирные тепловые приборы. Таким образом, при любой мыслимой аварии поступление радиоактивного носителя в жилые помещения совершенно исключено.

Схема ГТАСТ проста. В подземном баке кипятится вода за счет подземного ядерного реактора, расположенного на глубине 200 - 500 метров. Пар по вертикальному каналу по городской теплосети поступает в домовые бойлерные, в которых нагревает воду, поступающую в домовую теплосеть, а сам конденсат вновь поступает в обратную линию городской сети и по вертикальному каналу конденсата подается в подземный бак-кипятильник ~~III~~ ГТАСТ. Легко видеть, что здесь нет ни одного механического устройства, выход радиоактивного излучения на поверхность невозможен при любой гипотетической аварии.

Итак, ГТАСТ является максимально простым способом использования ядерной энергии с абсолютной надежностью. В то же время использование ядерного тепла позволит ликвидировать все котельные на химическом топливе и резко улучшить экологическую обстановку в наших городах, в которых бесчисленные котельные вносят серьезный вклад в загрязнение воздуха.

Как программа максимум должна быть поставлена задача, чтобы все достаточно крупные города перешли на ядерное теплоснабжение. В то же время высвободившееся топливо можно передать для теплоснабжения малых городов и сельского населения, причем может быть выделено для этой цели самое ценное топливо - газовое. Таким образом, ядерная энергетика сможет внести свой существенный вклад в развитие сельского хозяйства и малых городов.

Оставшаяся же часть химического топлива должна быть направлена на выработку электроэнергии в схеме самых дешевых, простых и наиболее экономичных /по балансу электроэнергии/ теплостанций - конденсационных электростанций. Они могут быть размещены вдали от городов и потому не будут влиять на состояние воздушной атмосферы в городах.

Итак, мы видим, что ядерная энергия должна и может стать главным фактором в улучшении экологии наших городов и сел.

✓ Подземная ^{часть} ЧАСТЬ ГТАСТ может состоять из простейшего водо-водяного реактора. Вся конструкция представляет собою три подземных бака, расположенных друг под другом. Каждый бак делается в виде выемки в прочной породе, забетонированной и облицованной металлом.

Самый нижний бак представляет собою сам ядерный реактор, в него опущена топливная сборка с необходимыми элементами регулирования и экстренного глушения.

В этом баке вода кипит и пар поднимается вверх и попадает в нагревательные элементы вышележащего бака, где конденсируется, отдавая свое тепло и конденсат вновь попадает в реактор. В вышележащем баке, являющимся радиационной развязкой, вода вновь кипит и пар поступает в основной бак, питаемой водой с поверхности, а пар подается тоже на поверхность для утилизации.

Давление пара в замкнутых сетях реактора и системы радиационной развязки может быть выбрано равным гидрогеологическому в месте расположения соответствующих баков, поэтому в случае уменьшения давления в любой из этих систем она может подпитываться из вышележащей системы через обратный клапан автоматически без использования каких либо специальных систем и насосов.

Таким образом, получаем чрезвычайно простую и надежную конструкцию ГТАСТ. Стоимость всех подземных работ вряд ли будет превышать стоимость строительства одной станции метрополитена, если

не будет значительно дешевле, ибо, если даже учесть необходимость строительства всякого рода подсобных помещений в том числе и тоннелей для хранения РАО, все равно объем горных работ будет меньше объема горной выработки для строительства одной станции метрополитена. Бескорпусный ядерный реактор чрезвычайно дешев и прост.

Объем потребностей в таких станциях составляет только в СССР несколько сот, если учесть желательность обеспечения ядерным отоплением городов с населением более, к примеру, двухсот тысяч человек.

Каждая станция теплоснабжения должна включать в себя, видимо, минимум три реактора, работающих на одну тепловую сеть. Два в работе, один в резерве. В случае выхода из строя одного реактора один сможет обеспечить неотложные нужды до запуска резервного. Этим будет обеспечена высокая степень надежности теплоснабжения городов.

8. Гравитационно-термодинамическая ~~электростанция~~ атомная
электростанция
/ГТАЭС/

Гравитационно-термодинамическая атомная электростанция, в принципе, имеет ту же самую подземную часть, что и ГТАСТ, но пар подается на турбогенераторы, расположенные на поверхности.

Однако, с целью получения достаточно высокого КПД параметры выходного пара должны быть существенно выше и быть близкими к критическим параметрам. Это требует размещения реакторов на глубинах 2000 - 2500 метров. Температура в первом контуре реактора должна быть порядка 400 - 500 °С, что, видимо, уже затрудняет использование воды в качестве теплоносителя в самом реакторе, а также и в системе радиационной развязки. Здесь требуется использование высокотемпературных реакторов с теплоносителем на жидких металлах или или других более сложных схем реакторов. В остальном же схема подземной части может быть той же самой за исключением того, что в контурах циркуляции теплоносителей в реакторе и радиационной развязки, видимо, целесообразно будет использовать циркуляционные насосы. В главном же контуре рабочего тела насосы вновь будут не нужны.

На один паровой канал может работать несколько турбогенераторов. Аналогично, на один главный контур может работать несколько ядерных реакторов. Таким образом связь ядерного реактора с турбогенератором полностью разрывается.

С целью использования ГТАЭС возможно создание в подземном пространстве накопительной емкости для буферизации излишков пара. При уменьшении потребности в энергии и повышении давления в главном контуре пар через автоматический клапан может направляться в буферную полость, выложенную теплоизолирующими материалами с высокими изолирующими свойствами, в которой пар может накапливаться в период малого потребления энергии. При появлении пика потребления электро-

энергии расход пара на турбогенераторах будет возрастать, давление в главном контуре теплоносителя начнет падать, сработает автоматический клапан, и пар из буферной полости будет поступать в систему главного контура, обеспечивая пиковые потребности в электроэнергии. Таким образом, ГТАЭС могут стать самыми универсальными электростанциями, обеспечивая все потребности в базовом и пиковом режиме. А значение этого свойства трудно переоценить, ибо проблема обеспечения пиковых потребностей в электроэнергии является в настоящее время необычайно сложной, актуальной и дорогостоящей.

9. Смешанные ядерно-химические Электростанции

ГТАЭС создают на поверхности пар недостаточно высокого уровня перегрева. В то же время увеличение уровня перегрева пара увеличивает КПД электростанции, улучшает работу турбогенераторов.

Повышение уровня перегрева пара и, таким образом, повышение их КПД возможно на основе симбиоза ядерной и химической энергетики.

Для этого пар, поступающий на поверхность от ГТАЭС, может далее поступать не непосредственно в турбины, а перегреваться в пароперегревателях, расположенных на поверхности, в которых уже используется химическое топливо. Этим самым КПД станций существенно будет возрастать, причем расход химического топлива будет незначителен, ибо главная затрата энергии идет на парогенерацию, которая осуществляется с помощью ядерного топлива. Химическое топливо же будет использоваться лишь для корректировки состояния пара в желаемом направлении. Симбиоз ядерной и химической электростанции, практически невозможный в существующей ядерной энергетике, в гравитационной энергетике становится сравнительно прост и желателен.

В смешанных ядерно-химических электростанциях возможно получение пара таких параметров, которые недостижимы даже в лучших конденсационных электростанциях и потому возможно создание электростанций с уникально высокими экономическими характеристиками.

Ю. Гравитационно-термодинамические электростанции - опреснители

Отметим принципиальное отличие гравитационно-термодинамических схем от схем обычной энергетики. В последних используется паровой котел, в котором рабочий теплоноситель движется по внутреннему пространству трубной системы. Ясно, что это требует чрезвычайно высококачественной воды, ибо отложения на внутренней поверхности труб очень трудно очищать и удалять, а оперативно удалять накипь на внутренней поверхности труб вообще невозможно.

В гравитационно-термодинамической схеме теплоноситель рабочего контура движется по межтрубному пространству, процесс теплоотдачи идет на внешней поверхности соответствующего нагревательного контура. Поэтому и требования к качеству питающей воды последнего рабочего контура значительно ниже. Более того, существующая техника позволяет использовать для питания этого контура даже минерализованную воду.

Таким образом, гравитационно-термодинамическая схема позволяет использовать ее для эффективного опреснения минерализованных вод. При этом в качестве выходного продукта может получаться одновременно и электроэнергия, и пресную воду. А ведь в наше время пресная вода в ряде регионов страны и мира представляет собою необычайно ценный продукт.

Для получения достаточно большого количества пресной воды здесь уже нет необходимости требовать малого удельного расхода пара, наоборот, такая установка тем лучше, чем ее удельный расход пара выше. Потому глубина заложения ядерных опреснителей-электростанций должна быть сравнительно умеренна, например, порядка тысячи метров, что приводит к не очень высоким электроэнергетическим параметрам таких станций, но зато она будет давать достаточно много пресной воды. Например, если использовать станцию с удельным расходом пара 1 кг на 5 МДж, то при мощности ГАЭС 1 ГВт эта станция будет

давать 200 кубометров пресной воды в секунду или 6 кубокилометров в год, что уже имеет тот же самый порядок, что и ~~миллионы~~ ~~объемы~~ стока достаточно крупных рек. Примерно ~~и~~ таких объемах речь идет в проектах спасения Арала или переброски рек.

Таким образом, гравитационно-термодинамическая энергетика способна решить такие острые проблемы, как обводнение пустынь, спасения Аральского моря и т.д. гораздо проще, дешевле и, в конечном счете без всякого существенного урона для природы и экологии.

Источником минерализованных вод могут стать подземные минерализованные воды либо морская вода.

При использовании подземных вод большой отбор этих вод будет вызывать воронку депрессии в этих пластах и представляет желательным хотя бы частично восполнять ~~падение~~ падение давления в этих пластах. Поэтому именно эти пласты выгодно использовать для закачивания в них сточных вод. При этом фильтрация сточных вод будет идти в сторону водозабора. При этом они будут частично фильтроваться при прохождении через горные породы, а, попадая в испаритель, они будут за счет испарения полностью очищаться. Таким образом, может быть создан замкнутый цикл движения воды, включающий в себя использование воды на цели, к примеру, орошения, закачку ее в подземные пласты, очистку ее за счет фильтрации в подземных пластах и окончательную очистку за счет испарения в ядерном подземном опреснителе и вновь подачу этой воды на поверхность.

Строительство нескольких таких опреснителей-электростанций на ядерном топливе позволит полностью отказаться от использования вод Аму-Дарьи и спасти Аральское море в прежних границах.

Сметим, что на самом деле объем получаемой воды будет еще больше, ибо ~~на~~ дистиллированную воду из опреснителя необходимо будет дополнительно смешивать с минерализованными водами, потому что использование чистой дистиллированной воды небезопасно и вредно.

Образующиеся при этом концентрированные рассолы полностью или частично могут также полезно использоваться в качестве сырья для химической промышленности, а избыток будет закачиваться в подземные пласты.

Важно отметить, что мы не только получаем пресную воду, но и электроэнергию, которая позволит управлять распределением этих вод с минимумом гидротехнического строительства.

Итак, мы видим, именно ядерная энергия позволяет решить наиболее острые и глобальные проблемы развития человеческой цивилизации.

II. Ядерная энергетика и ОТС

Итак, мы показали, что ядерная энергетика может в будущем стать широкомасштабной основой энергетики будущего. Продемонстрировали целый спектр различных типов гравитационно-термодинамических атомных станций.

Ясно, что именно эти станции должны стать основой электроснабжения ОТС на сухопутных участках. Конкретный выбор типа ГТАЭС ~~будет~~ определяться конкретными условиями места ее строительства.

Однако, между ядерной энергетикой в гравитационно-термодинамической схеме и ОТС существует и более глубокое внутреннее взаимодействие.

ОТС предполагает выведение неблагоприятной для земной экосферы индустриальное производство в ближний космос. Ясно, что это очень хорошее решение. Но является ли оно универсальным?

Увы, нет. Трудно надеяться, что все виды вредного индустриального производства смогут быть выведены за пределы Земли. И вот именно гравитационно-термодинамическая энергетика дает совместно с ОТС полное и комплексное решение проблемы охраны земной биосферы, решение программы "Экомира".

Действительно. ГТАЭС располагается на глубине порядка 2000 метров. Для успешной ее деятельности требуется хороший канал связи с поверхностью. Но хороший канал связи с поверхностью, высокая степень энергообеспеченности, хорошие условия для захоронения отходов в подземных пластах вблизи ГТАЭС делают освоение всего прилегающего в ГТАЭС подземного пространства весьма привлекательным и высокорентабельным. В результате этого можно предположить, что вся ближайшая подземная окрестность станет индустриальной зоной, куда будут перенесены с поверхности Земли все вредные производства. А это также будет улучшать экологическую ситуацию на поверхности Земли.

Таким образом, ГТЭЭС не только будут снабжать электроэнергией ОТС, но будут взаимно дополнительно решать задачу экологического мира, причем первый проект будет способствовать выносу вредной индустрии за пределы Земли, второй будет способствовать переносу вредной индустрии под поверхность Земли, оба проекта будут, фактически, решать единую задачу по сохранению биосферы.

12. Пути практического освоения гравитационно-термодинамической ядерной энергетики

Понимание неудовлетворительности современного пути развития ядерной энергетики возникло у автора еще в конце семидесятых годов, когда начала обсуждаться программа широкого развития ядерной энергетики в СССР. Еще в то время, когда все ученые твердили об абсолютной безопасности АЭС, когда еще не было ни аварий на Тришайл Айленд, ни в Чернобыле, автор понял всю опасность развития ядерной энергетики, полную необоснованность заявлений об ее безопасности, и принципиальную склонность ее к авариям катастрофического характера. В заявочных материалах 1980-го года он прямо писал о возможности катастрофических аварий на АЭС в любое время.

Раздумья над судьбами ядерной энергетики привели его к разработке гравитационно-термодинамического пути ее развития. Однако, посланные им в начале 1980г. заявочные материалы в госэкспертизе были отвергнуты.

В 1980г. он ознакомил с этими материалами выдающегося советского ученого академика Андрея Дмитриевича Сахарова, который в это время находился под домашним арестом в г. Горьком. По сообщению его ближайших сотрудников, эти материалы определенным образом повлияли на его собственное отношение к проблемам ядерной энергетики и в своем обращении в АН СССР после Чернобыля он прямо ссылаясь на меня и мои работы, находясь еще в Горьком. Однако, его предложения, сводящиеся к чисто механическому переносу АЭС под землю, я полагаю, являются ошибочными и не достигающими цели создания безопасной ядерной энергетики. Эти предложения он неоднократно пропагандировал в различных средствах массовой и специальной информации.

В 1981 году за контакты с академиком Сахаровым, а также за резкие выступления против вторжения в Афганистан я был подвергнут репрессиям в виде полугода тюрьмы и полугода психиатрической больницы принудительного лечения. В результате этого были пропущены сроки

переписки с ВНИИГПЭ, который, воспользовавшись этим, закрыл дело-производство по заявкам и отказался восстановить. В результате этого в настоящее время технические решения по гравитационно-термодинамической энергетике лишены патентной защиты.

Сразу же после Чернобыля автор вновь обратился в правительственные инстанции - СМ СССР, ГКНТ и т.д. - с предложением рассмотреть предложения по исследованиям в области альтернативного пути развития ядерной энергетике, но, в конечном итоге, чиновники, напуганные на первый момент Чернобылем и было уже давшие согласие на проведение таких исследований, очень быстро оправились от шока Чернобыля и вновь отказались что-то предпринимать.

В седьмом номере за 1988г. журнала "Изобретатель и рационализатор" эти предложения, наконец, впервые были опубликованы. После этого автор обратился в Минатомэнерго с предложением начать работы в этом направлении хотя бы на уровне предварительного научного исследования, используя неформальное научное объединение ученых различных специальностей, с финансированием этих работ МАЭ через кооператив "ЭЛКОМПУС".

Поначалу эти предложения вызвали интерес, однако подготовленный автором развернутый проект научно-технического сотрудничества между МАЭ и кооперативом был, в конце концов, отвергнут со ссылкой, что разработка новых путей развития атомной энергетике не входит в обязанности Минатомэнерго и их не интересует. Ответ был дан непосредственно начальником главного научно-технического управления тов. Е.И.Игнатенко. При этом ссылки на опасность новых чернобылей были отвергнуты как "демо^агогические".

Таким образом, в настоящее время никаких работ в области гравитационно-термодинамической ядерной энергетике не ведется, хотя определенный интерес к поддержке этих работ высказал "Международный фонд за выживание и развитие человечества".

Ввиду всего сказанного выше возникает проблема организации работ в области гравитационно-термодинамической энергетики.

Предлагается организовать первый этап таких работ, связанный с научным исследованием всех ~~научны~~ физических, энергетических, геологических, экологических, государственных, политических и социальных проблем с помощью Центра "Звездный мир" и кооператива "ЭЛКОМПУС". При этом Центр "Звездный мир" мог бы войти в контакт с заинтересованными организациями с целью получения необходимого финансирования этих работ в рамках единой программы "Звездного мира" и "Экомира", а конкретную научную работу вести через кооператив "ЭЛКОМПУС" под руководством "Звездного мира" путем создания неформальной группы ученых в области физики, термодинамики, ядерной техники, энергетики, геологии, политологии и т.д. Целью первого этапа этих работ должно быть углубленное научное изучение всех аспектов альтернативного пути развития ядерной энергетики с окончательным результатом в виде развернутых обоснований и представлений об организации в СССР НИИ^{УУ}иОКР в области гравитационно-термодинамической ядерной энергетики в Правительственные органы СССР.

Ориентировочная потребность в финансировании на этом этапе, длительность которого составит один год, будет 50 тысяч рублей.

13. Выбор источников электроснабжения ОТС на морском участке

Выбор источников электроснабжения ОТС на морском участке также представляет собою сложную задачу.

В настоящее время гипотетически можно рассматривать следующие источники электроснабжения:

1. Волновые электростанции. Однако, такие электростанции дают слишком ненадежное электроснабжение. К тому же они ~~шлях~~ требуют очень больших затрат на единицу мощности и потому экономически могут быть выгодны лишь в особых местах вблизи побережья, где наблюдаются особенно большие волны. Таким образом для ОТС такие станции непригодны.

2. Морские термодинамические станции, работающие на разнице температур воды у дна и на поверхности. Так как эта разница - тепловой напор - чрезвычайно мала, $\frac{1}{2}$ то требуются циклы на особых рабочих телах, КПД их низок, а конструкция слишком сложна и, к тому же, представляет экологическую опасность.

Фактически, ничего другого современная наука предложить не может.

Нами предлагается гравитационно-термодинамическая морская электростанция.

К сожалению, полной теории таких станций в настоящее время описать невозможно. Дело в том, что ее действие основывается на законах гравитационной термодинамики, т.е. несуществующей в настоящее время науки.

Действительно, в области гравитационной термодинамики известен единственный закон - закон термомеханического равновесия газа в гравитационном поле. Согласно этому закону, известному как "распределение Больцмана" термомеханическое равновесие газа в гравитационном поле включает в себя постоянство температур /принцип изотермизма/ и экспоненциальное распределение плотности с высотой.

Однако, весь человеческий опыт показывает полную ошибочность этого закона. В природе мы н и г д е не наблюдаем изотермического распределения температур в текучей среде в гравитационном поле. Наоборот, земная атмосфера, атмосферы звезд, распределение температур в водоемах, морях и океанах в с е г д а показывают сугубо н е и з о т е р м и ч е с к о е распределение температур с высотой. Причем это не просто о т к л о н е н и я от закона, а именно полнейшее его несоблюдение.

Вот почему даже в теоретической метеорологии, в звездной астрофизике, в динамике моря, во всех науках, изучающих состояние текучих сред в гравитационном поле, этот закон изотермизма н и к о г д а не используется. Только одна теоретическая термодинамика и статистическая физика продолжают настаивать на нем.

Впрочем, несложно понять и причину ошибки, сделанной Больцманом при выводе этого закона, однако, до сих пор не обнаруженной современной физикой.

Вывод распределения Больцмана основан на распределении Гиббса. Но это распределение применено просто напросто-неверно. Распределение Гиббса касается ансамбля частиц, находящихся в стохастическом механическом взаимодействии, т.е. является микроканоническим.

Но спрашивается, какое имеется взаимодействие между частицами атмосферы, находящимися на расстоянии десятков или сотен километров по высоте? Никакого взаимодействия между ними нет. Микроканоническое распределение может совпадать с макрораспределением лишь в условиях однородности. Но там, где система сугубо неоднородна, где неоднородны внешние условия, как имеет место в гравитационном поле, переносить микроканоническое распределение на макрораспределение недопустимо.

На самом деле макрораспределение в текучей среде является не изотермическим, а изэнтропическим. Между прочим, в газодинамике принцип изэнтропизма используется еще со времен Лагранжа, который

первым отбросил принцип изотермизма в условиях термодинамического равновесия в газовой среде, в результате чего именно газодинамика достигла впечатляющих успехов в описании газовых сред.

Таким образом, именно изэнтропическое распределение отвечает термомеханическому равновесию в текучей среде^e в гравитационном поле. Отметим, что в отсутствии гравитации принципы изэнтропизма и изотермизма совпадают /по отношению к термомеханическому равновесию, но в подвижной среде уже различаются/.

Именно из принципа изэнтропизма становится понятен широко наблюдаемый эффект, но так и не нашедший до сих пор своего объяснения.

Если взять вертикальную цилиндрическую трубу, то в ней, как показывает опыт, никогда не устанавливается механического равновесия при открытых с обеих ~~сторонах~~ концах. Всегда наблюдается "тяга"; т.е. движение воздуха по трубе снизу вверх.

С точки зрения изэнтропизма этот эффект объясняется сравнительно просто. Материал трубы является твердым и для него законы теплового равновесия текучей среды не распространяются. Поэтому при контакте материала трубы с равновесной газовой средой в материале трубы появляются разности температур и при наличии теплопроводности появляются тепловые потоки по самой трубе, стремящиеся уравнивать температуры в различных участках трубы. Но перераспределение температур вдоль трубы вызывает соответствующий нагрев и прилегающей текучей среды, которая при этом оказывается не в условиях термомеханического равновесия, в результате чего вдоль трубы появляются конвекционные потоки.

В литературе уже выдвигались предложения об использовании энергии этих потоков путем строительства аэродинамических труб вертикального направления и размещения в них воздушных турбогенераторов для утилизации энергии этих потоков.

Но ведь аналогичные конвективные потоки должны возникать и возникают в вертикальных трубах и в жидкой среде. Таким образом, если в море или океане разместить вертикальную трубу, свободно

сообщающуюся с водной средой на нижнем и верхнем конце, то в такой трубе неизбежно возникнет конвективный поток воды, который можно утилизировать с помощью гидротурбины. Одновременно эта труба может явиться и опорой для эстакады ОТС на морском участке.

Таким образом, трубы, на которые будет опираться эстакада ОТС, могут одновременно стать и источником электроснабжения.

Произведем ориентировочный расчет этой системы электроснабжения.

Мощность потока в текучей среде определяется по формуле:

$$P = \frac{\rho v^3}{2} \cdot S$$

где P - мощность, ρ - плотность среды, v - скорость течения, S - площадь поперечного сечения.

Примем ~~длину~~ площадь поперечного сечения гидродинамической трубы, являющейся одновременно и опорой ОТС, равной 1 м^2 . Скорость движения в ней будет тем больше, чем больше ее длина. Примем ориентировочно, что скорость потока в ней составит 10 м/с . Тогда при плотности воды 1000 кг/м^3 имеем:

$$P = 1000 \times 10^3 \times 1 \times 0.5 = 0.5 \text{ МВт.}$$

Потребная линейная плотность электроснабжения для ОТС нами определена в 1.5 ГВт/1000 км . Тогда потребуется 3 000 таких гидродинамических труб для полного обеспечения энергопотребности ОТС на морском участке. Одновременно это будет означать и наличие 3 000 опор на 1000 километров морского участка ОТС. Видимо, это вполне реальные цифры. За счет частичной передачи электроэнергии с сухопутного участка это количество может быть существенно снижено.

Таким образом, электроснабжение на морском участке предлагается осуществлять через опоры - гидродинамические трубы, ввинчиваемые в дно моря или океана, на которых располагается эстакада ОТС. Одновременно вблизи дна и вблизи поверхности в этих трубах делаются

вырезы для свободной циркуляции воды внутри этих труб. Несколько ниже верхнего отверстия помещается гидроэлектроагрегат, утилизирующий конвективное движение воды в этих трубах.

14. Организация работ по исследованиям в области гравитационной гидротермодинамической энергетики.

Исследования в области энергетики гидродинамических труб должны включать в себя три этапа:

1. Теоретические исследования в области гравитационной термодинамики. Организация этих работ должна включать в себя и средства публикации получаемых научных результатов.

2. Модельные исследования гидротермодинамических труб и характеристик движения в них жидкости. Чисто лабораторные эксперименты на воде и других вязких жидкостях в лабораторном масштабе здесь вряд ли могут дать какие-либо результаты, ибо здесь большую роль играет масштабный фактор. Однако, думается, что эксперименты на сверхтекучих жидкостях, т.е. на гелии-2 могут дать результаты, которые уже могут быть соотнесены с натурными. Повидимому, такие исследования лучше всего вести в сотрудничестве с академическими институтами, обладающими установками по ожижению гелия и имеющими опыт работы со сверхтекучим гелием.

3. Натурные эксперименты. Такие эксперименты могут быть сравнительно легко проведены на базе предприятий морского бурения, ибо при этом совсем несложно создать конфигурацию гидродинамической трубы и исследовать движение жидкости в ней.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. "Программа "ЭКОМИР", Гомель, 1988

2. Заявка "Способ получения электроэнергии, геотермальная и ядерная электростанция", №4022024, приоритет от 05.02.80.
автор ~~В.М.~~ В.М. Юровицкий

3. В.М. Юровицкий, "Выход из порочного круга энергетики,"
"Изобретатель и рационализатор", №7, 1988г.

основы гравитационной термодинамики

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ТЕПЛА

В.М. Кровицкий, Небит-Даг

I

Понятие термодинамического равновесия является основным в термодинамике. Условием такого равновесия принято в настоящее время считать постоянство температуры в системе.

Однако, бесчисленные факты как теоретического, так и наблюдательного порядка постоянно противоречат этому условию.

1. Условие термодинамического равновесия в неподвижной атмосфере исходя из принципа изотермизма получено еще Л. Больцманом и известно как "распределение Больцмана". Нет ни одного // известного науке случая, где бы это распределение имело место. Ни в атмосфере звезд, ни в атмосфере Земли. Нет ничего даже близко похожего, чтобы можно было интерпретировать как отклонение от этого распределения ввиду наличия термодинамического неравновесия.

2. Многочисленные электротепловые /термо Э.Д.С. и т.д./, магнито-тепловые и прочие эффекты дают многочисленнейшие примеры того, как условие изотермизма не соответствует условию термодинамического равновесия. И хотя все эти эффекты хорошо изучены, широко используются на практике в науке, технике, быту, но принцип изотермизма продолжают прикладывать и к этим явлениям.

3. Единственная область, где принцип изотермизма был решительно отвергнут под влиянием наблюдаемых фактов - это область ~~термо~~газодинамики. Еще с прошлого века в газодинамике в качестве условия термодинамического равновесия используется принцип энтропийности. И это обеспечило большую предска-

зательную силу этой науке, но лишь в области термодинамически равновесных течений газа. Как только же она переходит к области течений термодинамически неравновесных течений /с переносом тепла/, так положение резко меняется. Ибо газодинамика привлекает в этом случае замыкающее уравнение - уравнение Фурье для теплопередачи - которое полностью основано на принципе изотермизма и абсолютно противоречит принципу изэнтропизма.

4. Но особенно парадоксальная ситуация сложилась в метеорологии. Пока в ней рассматриваются течения воздуха, она использует газодинамический принцип изэнтропизма для термодинамически равновесного течения. Но как только она переходит к описанию неподвижной атмосферы, так сразу же включает принцип изотермизма, хотя бессмысленность этого очевидна. Как логическая - неподвижность есть лишь частный случай движения, так и наблюдательная - изотермическая атмосфера не наблюдается никогда. Более того, в атмосфере тепловые потоки вдоль градиента температуры не только невозможны, но являются самым обычным явлением - теплопередача от относительно "нагретых" верхних слоев воздуха к относительно "холодным" нижним, хотя, конечно, сами температуры "холодных" слоев выше температур "нагретых". Ясно, что такое игнорирование логических и наблюдательных фактов не служит успеху метеорологии как научной системы, так и системе предсказания погоды.

Таким образом, проблема установления общих условий термодинамического равновесия в системе является нерешенной проблемой, важность которой трудно переоценить.

Логическая порочность доказательства распределения Больцмана очевидна. Этот вывод основывается на микроканоническом распределении Гиббса. Но оно относится к микросистемам, где все частицы системы находятся во взаимном взаимодействии. Перенос его на макросистемы возможен лишь в однородных средах, в которых внешние условия не изменяются в пространстве.

В гравитации рассматриваются существенно макросистемы, нет никакого прямого взаимодействия между молекулами в нижней части атмосферы и в ее верхней части. Одновременно система находится в неоднородных внешних условиях. Таким образом, нет никаких оснований к большим системам в гравитационной термодинамике прикладывать закон микроканонического гиббсовского распределения.

II

Так как принцип изотермизма в термодинамически равновесной системе очевидно несправедлив, то он должен быть отброшен. В газодинамике полностью оправдал себя принцип изэнтропизма. Повидимому, этот принцип и является наиболее адекватным явлениям природы. Впрочем, его нетрудно прямо получить. Как известно, ~~шншен~~ условие механического равновесия легко получается из принципа виртуальных перемещений, на котором работа должна быть равна нулю. Аналогично, если применить принцип виртуальных перемещений, при котором в условиях термодинамического равновесия передача тепла должна отсутствовать, то мы непосредственно приходим к условию изэнтропизма. Итак, мы приходим к следующему условию термодинамического равновесия в непрерывной ^{сплошной} ~~сплошной~~ среде:

Термодинамическому равновесию в непрерывной сплошной среде отвечает изэнтропическое распределение термодинамических параметров среды.

Очевидно, что на скачках термодинамических параметров этот принцип теряет силу. Условие термодинамического равновесия на границах сред должно быть исследовано особо.

Исходя из принципа ~~изотермизма~~ изэнтропизма общие уравнения термомеханического равновесия ^{в гравитационном поле} сплошной среды имеют вид:

IA $\bar{M} = + \frac{1}{\rho} \nabla p;$

IB $\rho = f(p, T);$

IC $\frac{dp}{dT} = \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_s = \frac{c_p \rho}{\alpha T}$

Здесь \bar{M} - напряженность гравитационного поля, α - коэффициент теплового расширения среды. Уравнение /IA/ есть уравнение механического равновесия, /IB/ - уравнение состояния среды, /IC/ - уравнение термодинамического равновесия.

Отметим, что система уравнений /I/ использует в качестве реологической модели среды ньютоновскую модель, в которой силовое взаимодействие между элементами среды полностью описывается одним скалярным параметром - давлением.

В рамках системы ~~бдн~~ можно решить частные задачи для ряда практически важных сред и гравитационно-механических условий.

I, Термомеханически равновесная атмосфера. Для небольших высот напряженность гравитационного поля можно принять постоянной и равной g . Для воздуха примем модель идеального газа со средней молекулярной массой $\mu_{\text{возд}} = 29,2$. Для изобарной теплоемкости примем значение из кинетической теории газов:

$$\mu C_p = 7/2 R, \quad C_p = (7/2) R / \mu_{\text{возд}}$$

Из уравнений /IA/ и /IC/ легко получить общий закон распределения температуры для термомеханически равновесной /TMP/ среды:

/2/

$$\nabla T = \frac{\alpha T}{C_p} \bar{V}. \quad (2)$$

Для идеального газа коэффициент теплового расширения, как хорошо известно, равен

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = T^{-1}.$$

Отсюда получаем распределение температур

(3)

$$\nabla T = \frac{\alpha T}{C_p} \bar{V} = \frac{1}{C_p} \bar{V} \quad (3)$$

Отметим, что здесь C_p есть теплоемкость единицы массы, которая связана с киломолярной теплоемкостью соотношением

$$C_p = \frac{(\mu C_p)}{\mu}$$

Итак, окончательно для TMP-атмосферы получаем постоянный температурный градиент, равный

44/

$$\Gamma_{AT} = \frac{2 \mu_{\text{возг}} \cdot g}{7R} \quad (4)$$

Или

$$\Gamma_{AT} = \frac{2 \cdot 29.2 \cdot 9.8}{7 \cdot 8300} \approx 0,01 \text{ К/М} =$$
$$= 10 \text{ К/км.}$$

Как известно, для стандартной атмосферы эта величина в СССР принята равной 6.5 К/км. Нам представляется, что это очень хорошее совпадение.

Другим очень важным элементом в распределении ТМР-атмосферы является бариметрическая формула. На практике она играет чрезвычайно важную роль, ибо с ее помощью ведется так называемое "барометрическое нивелирование".

Согласно уравнению Больцмана барометрическая формула имеет вид:

$$p = p_0 \exp(-mgh/RT).$$

Уже простой взгляд на эту формулу может сразу сказать, что она просто не может быть верной, ибо она не зависит от термодинамических /калорических/ свойств газа, что представляется просто абсурдным. Барометрическая формула для изэнтропной атмосферы имеет совершенно другой вид:

/5/

$$p = p_0 \left(1 - \frac{h}{h_0}\right)^{\gamma C_p/R} =$$
$$= p_0 \left(1 - \frac{h}{h_0}\right)^{3.5}$$

ГДЕ

$$h_0 = \frac{3.5 RT_0}{\mu_{\text{возг}} \cdot g} = 3 \cdot 10^4 \text{ м} = 30 \text{ км.}$$

$$T_0 = 288 \text{ К.}$$

ТАБЛИЦА I

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
 ДЛЯ СТАНДАРТНОЙ /С/, ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ /Т/
 И ИЗЭНТРОПНОЙ /Э/ АТМОСФЕР

888

ВЫСОТА, м		P/P_0	P/P_0	$t^{\circ}C$
0	С	1.000	1.000	15
	Т	1.000	1.000	15
	Э	1.000	1.000	15
1000	С	0.887	0.907	8.5
	Т	0.880	0.880	15
	Э	0.884	0.907	5
2000	С	0.784	0.822	2
	Т	0.774	0.774	15
	Э	0.768	0.823	-5
3000	С	0.692	0.742	-4.5
	Т	0.681	0.681	15
	Э	0.692	0.768	-15
4000	С	0.608	0.669	-11
	Т	0.600	0.600	15
	Э	0.600	0.692	-25
5000	С	0.533	0.601	-17.5
	Т	0.527	0.527	15
	Э	0.526	0.631	-35
6000	С	0.465	0.538	-24
	Т	0.464	0.464	15
	Э	0.460	0.575	-45
7000	С	0.405	0.481	-30.5
	Т	0.408	0.408	15
	Э	0.400	0.521	-55
8000	С	0.351	0.428	-37
	Т	0.360	0.360	15
	Э	0.320	0.436	-65
9000	С	0.303	0.381	-43
	Т	0.316	0.316	15
	Э	0.290	0.414	-75
10000	С	0.261	0.337	-50
	Т	0.278	0.278	15
	Э	0.240	0.359	-85

Соответственно и распределение плотности будет:

761

$$\rho = \rho_0 \left(1 - \frac{h}{h_0}\right)^{\frac{\mu g_0}{R} - 1} =$$
$$= \rho_0 \left(1 - \frac{h}{h_0}\right)^{2.5} \quad (6)$$

В таблице ¹/I/ приведено сравнение параметров стандартной, изотермической и изэнтропийных атмосфер. Данные по стандартной атмосфере взяты из [I] ^{стр. 75}. Легко видеть, что изэнтропийная атмосфера гораздо лучше приближается к стандартной, чем изотермическая. Таким образом, мы достаточно хорошо объяснили свойства атмосферы на основе принципа изэнтропизма. Однако, на самом деле мы ^{объяс}р^{ъяс}нили лишь свойства ^ст^росферы. Известно, что в стратосфере термодинамическое состояние резко изменяется и не подчиняется выведенным выше законам. В первом приближении стратосфера находится в изотермическом состоянии. Наконец, еще выше, в ионосфере происходит новая смена законов термодинамического распределения. В ней этот закон инвертируется и с ростом высоты температура не только не падает, но возрастает.

Казалось бы здесь мы имеем полный крах принципа изэнтропизма. Конечно, можно было бы отделаться от объяснений этих феноменов ссылкой на то, что стратосфера и ионосфера не являются ТМР-системами, как это очень часто принято в современной метеотермодинамики. Но на наш взгляд все достаточно крупные системы находятся в первом приближении в состоянии термодинамического равновесия, ибо тепловые потоки, протекающие через них, малы по сравнению с собственной внутренней энергией этих систем. Таким образом, такую отговорку мы не можем признать убедительной, мы должны дать объяснение основных черт состояния стратосферы и ионосферы в рамках именно изэнтропической модели. И это мы сделаем чуть ниже, но сначала перейдем к другой системе.

Запишем вновь формулу для распределения температуры в ТМР-системе в гравитационном поле:

$$\nabla T = \frac{\alpha T}{C_p} \vec{V}.$$

Если мы рассматриваем гравитационные структуры - звезды, планеты, то в них направление вектора напряженности гравитационного поля всегда к центру. Величины T и C_p существенно положительны. Таким образом, знак градиента температуры зависит от величины α - температурного коэффициента расширения /ТКР/. Будем называть систему с положительным ТКР нормальной термодинамической системой /НТ-системой/. Если знак ТКР отрицательный, то такую систему будем называть обратной термодинамической системой /ОТ-системой/. Если, наконец, ТКР = 0, то такую систему будем называть аномальной термодинамической системой, /АТ-системой/. Наконец, возможны такие системы, в которых знак ТКР меняется. Такие системы будем называть инвертирующимися термодинамическими системами /ИТ-системами/.

Легко видеть основные черты поведения систем в зависимости от принадлежности их к тому или иному классу. В нормальных термодинамических системах /НТ-системах/ температура монотонно возрастает по мере приближения к центру /уменьшения высоты/. Если, к примеру, звезда состоит из вещества класса НТ, то в ней температура монотонно растет к центру, достигая в нем абсолютного максимума. Вышерассмотренная система тропосферы также является НТ-системой.

Если система имеет обратный характер - ОТ-система, то в ней температурное распределение носит соответственно обратный характер, к центру температура падает, а по мере увеличения высоты температура возрастает. Так, например, если ионосфера является ТМР-системой, то повышение температуры с высотой свидетельствует,

что ионосфера является обратной термодинамической системой -ОТ-системой.

Наконец, в аномальных термодинамических системах имеет место изотермическое распределение по высоте. И если в стратосфере имеем постоянную температуру, то это, в случае ТМР-систем, должно означать, что стратосфера является аномальной термодинамической системой - АТ-системой.

Итак, мы видим, что принцип изэнтропизма дает весьма большое богатство термодинамических систем, причем это богатство основано, фактически, на одном параметре - коэффициенте теплового расширения /ТКР/. Но чтобы все это подтвердить, мы должны показать, каким образом воздух, идеальный газ, может вдруг превратиться в вещество, обладающее как обратным, так и аномальным состоянием., т.е. представлять собой инвертирующуюся систему.

Ввиду сложности этого вопроса мы сначала рассмотрим классическую инвертирующуюся систему - ИТ-систему - воду. Такой характер воды хорошо известен. Вода выше 4°C является ИТ-системой, ниже - ОТ-системой, при 4°C - АТ-системой. Термодинамическое поведение водных масс в гравитационном поле даст нам общие черты термодинамического описания различных систем.

Сначала рассмотрим воду в рамках ИТ-системы, т.е. при температурах выше 4°C. При этом рассмотрим ограниченную задачу состояния воды при температурах существенно выше точки аномальности и в небольших температурных интервалах. В уравнении/2/ тогда можно положить:

$$\alpha = \text{Const} \approx 5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1};$$
$$C_p = \text{Const} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг};$$
$$T = \text{Const} \approx 300 \text{ K}.$$

Численные данные приняты по [1], стр.70.

Имеем NT-систему с постоянным градиентом, равным

$$\Gamma = \frac{\alpha T g}{C_p} = \frac{5 \cdot 10^{-4} \cdot 300 \cdot 9,8}{4200} = 0,4 \text{ K/KM.}$$

Таким образом вода в гравитационном поле при температурах выше температуры аномальности имеет распределение температур с повышением примерно полградуса на км. Как известно, нормальный геотермический градиент равен примерно 4 K/100 м. Из этого можно заключить, что влияние подземных вод на установление термодинамического равновесия в глубине Земли незначительно, это термодинамическое равновесие определяется в основном горными породами, имеющими значительно больший ТКР и меньшую теплоемкость.

Однако, наиболее важно и практически интересно рассмотреть TMR-состояние воды в рамках инвертирующей системы. Таково, в частности, состояние воды в океанах и морях.

Из опыта известно, что состояние воды в океанах и морях характеризуется тем, что начиная с некоторой глубины и до самого дна температура воды постоянна и равна температуре аномальности. Поверхностные же воды могут иметь температуру как больше, так и меньше этой температуры. Объяснение, которое дается этому факту состоит в том, что вода в аномальном состоянии более тяжелая и потому опускается вниз.

На первый взгляд такое объяснение кажется вполне убедительным. Но при более тщательном размышлении возникает множество вопросов, которые от этой убедительности не оставляют и следа.

Во-первых, это объяснение должно быть сделано не на словах, а в рамках некоторой термодинамической модели, грубо говоря, получаться из формул, каковых неизвестно. Во-вторых, это объяснение можно принять, лишь взяв этот аномальный слой в качестве данности. Но вопрос, как этот слой образовался, почему он сохраняется. И в экваториальных областях, и в полярных. Тем более, е

если учесть, что в континентальных земных недрах на характерных океанических глубинах температура составляет несколько десятков градусов и даже первые сотни. И "плохая теплопроводность" воды вряд ли что может объяснить, приняв колоссальные размеры "геологического времени". Таким образом, распределение температурного поля в воде морей, океанов, даже озер представляет на самом деле большую загадку. Ясно лишь одно, что здесь принцип изотермизма вообще бессилён дать хоть что-то.

Попытаемся применить к этому случаю ИТ-системы методы изэнтропизма.

В первом приближении ТКР вблизи точки аномальности можно принять в качестве линейной функции:

~~171~~

$$\alpha = \beta(T - T_a) = \beta \cdot \Delta T, \quad (7)$$

где T_a - температура аномальной точки. Будем рассматривать лишь малые отклонения температуры от температуры аномальности. Тогда мы можем записать уравнение для температурного градиента:

~~181~~

$$\begin{aligned} \nabla T &= \nabla(\Delta T) = \frac{dT}{C_p} V = \\ &= \frac{\beta \cdot \Delta T \cdot T_a \cdot g}{C_p} = \frac{\beta T_a g}{C_p} \cdot \Delta T = \\ &= \frac{1}{H_0} \cdot \Delta T. \end{aligned} \quad (8)$$

Решение этого уравнения:

~~191~~

$$\Delta T = A \exp\left(\frac{h}{H_0}\right). \quad (9)$$

Здесь h направлено вниз. Пусть на граничной поверхности вверху имеем температуру ΔT_0 . Тогда общее распределение будет

$$\Delta T = \Delta T_0 \exp\left(\frac{h}{H_0}\right).$$

Отметим, что ΔT_0 может быть как положительным, так и отрицательным. Таким образом, мы приходим к парадоксальнейшему результату - в условиях термомеханического равновесия наиболее плотные слои ~~аномальной структуры~~ воды должны быть не внизу, как это принято считать, а как раз вверху. Более того, сама точка аномальности достигается лишь асимптотически в самом верху. И переход через точку аномальности вообще невозможен. Если вода хоть в одной точке находится в НТ-состоянии, то она в этом состоянии будет всюду. И наоборот. Если вода хоть в одной точке находится в ОТ-состоянии, то она в этом состоянии также должна быть всюду.

Итак, нами получен парадоксальный результат, который, как кажется, полностью лишен физического смысла и полностью противоречит всем наблюдениям. Ведь на практике мы прекрасно наблюдаем этот переход от НТ- или ОТ-состояния к АТ-состоянию, на практике мы видим, что несмотря на состояние воды в верхних слоях, нижние слои всегда находятся в АТ-состоянии.

Однако, мы пока вовсе не завершили анализ уравнения /9/. У этого уравнения есть еще особое решение:

/10/
$$\Delta T = 0 \quad \text{при любых } h. \quad (10)$$

Другими словами, если вода находится в аномальном состоянии хотя бы в одной точке, то она в этом состоянии будет всюду.

Именно это решение и дает ключ к построению термодинамики океанов и морей. Итак, если внутри океана образовалась внутренняя аномальная структура, то она уже не может за счет малых возмущений перейти ни к НТ-, ни к АТ-системе, ввиду того, что таковой переход должен сопровождаться глобальной перестройкой всего термодинамического состояния к неособым решениям системы /9/.

Таким образом, самая центральная часть океанов и морей заполнена термодинамически инертной, термодинамически мертвой массой воды. Эта масса не может воспринимать тепла. Более того, эта масса является свехтеплоизолятором, через нее не могут проходить

никакие тепловые потоки. Действительно, для того, чтобы такие потоки проходили, необходимо, чтобы градиент был отличен от термодинамического градиента. Но при таком отклонении вновь требуется перестройка к термодинамическому состоянию, близкому к состоянию равновесия для неаномальных состояний. Вот почему определение аномальной термодинамической системы как термодинамически инертной, мертвой вполне оправдано. И мы обнаружили, что в природе могут существовать не только сверхпроводники или сверхтекучесть, но и сверхтеплопроводимость, каковым свойством обладает обычная вода в точке аномальности.

Но возникает сразу же вопрос, как происходит переход от граничных условий неаномального типа к аномальной структуре. Такой переход мы на практике прекрасно наблюдаем, но согласно нашим решениям его не может существовать.

Невозможность существования такого термодинамически равновесного перехода, означает, что наблюдаемые переходные слои не являются термодинамически равновесными. Более того, легко видеть, что они не могут и быть механически равновесными. В противном случае ввиду сверхтеплопроводности аномальной массы воды на границе образовывались бы скачки температур, происходило бы накопление энергии. Таким образом между массой термодинамически мертвой аномальной воды и границами океана, по которым происходит подвод или отвод энергии должен существовать термодинамический пограничный слой, не могущий находиться в состоянии термомеханического равновесия.

Легко понять, что такой термодинамический пограничный слой должен существовать не только на границе океана и атмосферы, но и на границе с дном океана, на границе с материковыми плитами. Действительно, в области океанического дна имеются достаточно интенсивные тепловые потоки от глубинных земных масс, т.к. ~~в~~ океаническая кора не может быть в термодинамическом равновесии /на этих глубинах под континентами температура достигает

многих десятков градусов вместо 4°C у дна океана, поэтому в океанической коре должны быть очень высокие градиенты температур, существенно превышающие равновесные/, что и должно быть причиной повышенных тепловых потоков. Это тепло также должно отводиться лишь через термодинамический пограничный слой.

Итак, мы получаем следующую термодинамическую картину океана. Центральная часть его заполнена термодинамически мертвой аномальной системой, а на всех его границах существует термодинамический пограничный слой, через который происходит как тепло-, так и массообмен, т.е. должна быть некая глобальная система океанических течений в этом термодинамическом пограничном слое, *охватывающая поверхность и дно океана.*

Известно, что в свое время или длительные дискуссии по поводу того, что является источником глобальных океанических течений - ~~погода~~ - тепло или ветер? Фактически и до сих пор полной ясности в этом вопросе нет. Теперь, на наш взгляд, мы можем дать значительно более обоснованный ответ. Главным источником океанических течений является существование центрального термодинамически мертвого океанического ядра и вызванного этим существование термомеханически неравновесной пограничной термодинамической зоны. Вращение Земли, солнечная радиация, ветры и т.д. лишь формируют конкретную картину этих потоков и течений, а их неизбежность связана с самими термодинамическими свойствами воды, ее инверсионными термодинамическими характеристиками.

Термодинамически мертвое океаническое ядро должно быть, в силу его планетарных размеров, ^и не может не быть и мощным геологическим и геотектоническим фактором. Наличие мощных тепловых потоков в термодинамический пограничной зоне, которая должна включать в себя и слои океанической коры, могут включать в себя и массоперенос, причем направление этих потоков может быть только вдоль океанического ложа. Таким образом, здесь намечаются новые

подходы к современной геотектонической теории плит.

Итак, нами рассмотрена конкретная инвертирующаяся термодинамическая система. Но общие закономерности, очевидно, не зависят от конкретных свойств ее. А эти общие закономерности, повторим, следующие:

Не существует прямого перехода от прямой термодинамической системы к обратной.

Аномальная термодинамическая система с постоянной температурой является термодинамически мертвой, инертной системой, через которую невозможна передача тепла.

На границах аномальной с прямой и обратной термодинамическими системами находится термодинамический пограничный слой, в котором невозможно ни термодинамическое, ни механическое равновесие.

IV

После этого анализа уже гораздо легче подступить к проблеме атмосферы.

Покажем теперь, что частично ионизированный воздух может, в принципе, обладать как обратными, так и аномальными свойствами.

В высоких слоях атмосферы происходит частичная ионизация воздуха. Очевидно, что существует определенная связь между степенью ионизацией воздуха и его температурой. Эту связь можно обратить и вывести зависимость степени ионизации воздуха от температуры. В рамках термодинамической модели частично ионизированный воздух с хорошим приближением может быть представлен в виде идеального газа с некоторой эффективной молекулярной массой, зависящей от степени ионизации воздуха. Таким образом для частично ионизированного воздуха можно принять уравнение состояния:

/11/

$$pV = \frac{RT}{\mu(T)} \quad (11)$$

определим теперь КТР для этой модели газа:

/12/

$$\alpha = \frac{1}{V} \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = \frac{1}{T} - \frac{\mu'}{\mu} \quad (12)$$

Легко видеть, что условие аномальности, т.е. равенства нулю КТР будет:

/13/

$$\mu(T) = CT, \quad (13)$$

где C — некоторая постоянная. При более быстром росте уже будем иметь обратную термодинамику.

На первый взгляд, мы пришли к полному противоречию с тем, что хотелось бы нам показать. При повышении температуры степень диссоциации растет, следовательно, молекулярная масса падает. Возрастать она никак не может. На самом деле вывод этот неверен, мы покажем, что в верхних слоях атмосферы молекулярная масса именно прямо зависит от температуры и возможности аномального и даже обратного термодинамического состояния воздуха вполне правдоподобны.

Начнем со стратосферы. Основную роль, как известно, в стратосфере играет озон. На нижних этажах атмосферы его практически нет. Однако, в стратосфере за счет поглощения коротковолновой части солнечного спектра происходит возбуждение молекул кислорода, которые при столкновении между собой образуют молекулу озона. Возбуждение молекул кислорода можно описать как повышение их "химической" температуры, связанной со внутренними степенями свободы молекул. Эту температуру можно определить как такую термодинамическую температуру /т.е. температуру, связанную с поступательным движением молекул/, при которой в результате столкновений достигалась бы такая степень возбуждения кислорода,

ском уровне. Стратосфера является как бы прозрачным покрывалом, полностью "поглощающим" обратный поток тепла от Земли. Конечно, не поглощающим, потому что она является термодинамически инертной, а лишь преграждающей путь этим тепловым потокам, пропуская в то же время коротковолновое солнечное излучение. В современной науке подробно исследована роль озона, паров ~~и~~ воды и других стратосферных компонент воздуха. Но нами этот же вывод получен исходя из совершенно не относящихся, казалось бы, к этому вопросу предпосылок, даже вообще не зная вещественного состава атмосферы. Нам кажется, что здесь особенно наглядно проявилась мощь принципа изэнтропизма и разрабатываемой гравитационной термодинамики.

Но еще более интересны дальнейшие выводы. На границах аномальной системы, как было ~~показано~~ ранее, должна быть пограничная термодинамическая зона, которая отделяет ее сверху и снизу, т.е. от тропосферы и ионосферы.

Такая нижняя пограничная зона хорошо известна под названием тропопаузы. Именно в тропопаузе происходит концентрация и аккумуляция энергии, идущей от ~~поверхности~~ поверхности Земли. Причем она не может аккумулироваться в виде тепловой энергии, ибо скачки температур недопустимы, а может аккумулироваться лишь в виде кинетической энергии массопереноса. И опять этот феномен хорошо известен под названием струйных течений, которые как раз широко распространены именно в тропопаузе и в самой верхней части стратосферы, в "ионопаузе".

Таким образом, именно в струйных течениях на границах стратосферы, точнее, на нижней границе, происходит накопление и преобразование тепловой энергии, идущей от Земли. В первом приближении мы можем представить стратосферу в виде сплошной аномальной зоны вокруг всего Земного шара. В этом коренное отличие мертвой термодинамической зоны в океане, которая односвязна и имеет полностью окутывающую ее пограничную термодинамическую зону.

как и в реальных условиях стратосферы под действием солнечного ультрафиолета. Легко понять, что эта "химическая температура" существенно выше термодинамической. Следовательно, при столкновениях молекул распада молекул озона гораздо менее вероятен, чем образование озона в столкновениях молекул кислорода. Таким образом, имеется в стратосфере большое количество возбужденных молекул кислорода, которые при столкновениях могут образовывать молекулы озона, и чем больше будет таких столкновений, тем больше будет образовываться молекул озона, в то же время температура еще недостаточно высока, чтобы вызвать обратный процесс. Но число столкновений прямо пропорционально средней скорости молекулы, а последняя и есть, фактически, показатель температуры. Таким образом, с ростом температуры растет концентрация озона, т.е. уменьшается число частиц при сохранении общей массы, т.е. растет молекулярная масса. Однако, этот рост еще, повидимому, не очень высок, что обеспечивает лишь аномальные свойства стратосферы.

В ионосфере процесс подобен, но тут уже идет речь об ионизационной температуре, связанной с ионизацией газа. Опять же эта степень не находится в равновесии с термодинамической температурой, "ионизационная температура" существенно выше термодинамической. Поэтому при столкновениях разнополярно заряженных ионов происходит нейтрализация их, образование молекул, атомов или

Здесь же в струйных течениях тропопаузы происходит постоянное накопление энергии, как бы раскручивание "атмосферного динамо". Но такое накопление не может, естественно, продолжаться до бесконечности. В конце концов происходит "разряд".

При этом могут происходить самые разнообразные процессы. Поневоле, мы вступаем в область гипотез, но под которыми есть хорошее основание наблюдательных фактов.

Эти струйные течения могут прорывать полностью или частично стратосферу. Во втором случае они могут захватываться стратосферой, образуя в ней зоны струйных течений, разбивая сплошность аномальной системы. Это также хорошо наблюдается, известно, что струйные течения могут наблюдаться не только на границах стратосферы, но и внутри нее. При этом ввиду понижения давления водяной пар может конденсироваться, образуя перламутровые облака. Выброс вещества в ионосферу может ~~приводить~~ приводить, возможно, к полярным сияниям и т.д.

Но наиболее значительные, эффекты, естественно, могут происходить, когда эта "динама" разряжается на поверхность Земли, т.е. прорывает тропосферу. Опускающийся вниз сухой воздух обуславливает в области прорыва сухую солнечную погоду, почти безветренную, так как имея большую скорость в тропопаузе, он при опускании многократно сжимается и скорость его падает. Давление в зоне прорыва возрастает за счет скоростного напора. На периферии же этой зоны имеются замыкающие восходящие потоки. Другими словами имеем типичную картину антициклона.

Важное значение имеет и замыкающий поток из тропосферы в стратосферу. Если этот поток имеет рассеянный, широкоплощадной характер, то тут нет особенных явлений. Но ничто не ^{может} отклонить предположение, что этот замыкающий поток может носить узколокальный, концентрированный характер. Если это так, и замыкающий поток носит локальный характер, то в этом случае в центре этого потока мы получаем как бы дымовую трубу колоссальных размеров - от поверхности до тропопаузы, тяга в котором будет соответственна

Давление в центре этой трубы будет резко пониженным, горизонтальные потоки ~~ветер~~/ отсутствуют^х, температура пониженная, конденсация паров в тропосфере ввиду большой скорости течения будет затруднена, имеем чистое и ясное небо. Мы получаем характерную картину "ока тайфуна". Зато в окрестностях этой трубы будут чрезвычайно высокие скорости ветра, втекающего в эту "трубу". Но как известно, /см. опыт в сливающейся ванне/^в, втекающие радиальные потоки чрезвычайно неустойчивы, они имеют тенденцию к закручиванию в спираль, следовательно в окрестности "ока тайфуна" имеем спиральную картину ветров большой силы. Охлаждение вертикального канала распространяется на окрестные области тропосферы. Кроме того воздух в канале частично может иметь дивергенцию на промежуточных высотах. В результате в окрестности "ока тайфуна" получаем сплошную облачность большой толщины. Итак, все основные черты тайфуна хорошо согласуются с описанным выше локальным замыкающим потоком, вызванным прорывом ~~шипи~~ тропопаузного динамо в тропопаузу.

Таким образом, мы видим, что гравитационная термодинамика дает простой и логичный ответ на главный вопрос метеорологии - где механизм и в чем он состоит аккумуляции ^в сравнительно равномерного и постоянного потока энергии, падающего на Землю от Солнца и каков механизм ~~на~~ "мгновенной" разрядки этой аккумулярованной энергии в таких гигантских по мощи явлениях, как тайфуны. Этот механизм заключен в тропопаузном динамо в пограничном термодинамическом слое между тропосферой и стратосферой. Именно тропопауза по праву должна быть признана "кухней погоды".

Нечонеч, такой же пограничный слой должен существовать и на границе между стратосферой и ионосферой. В этом "ионосферном" динамо аккумулируется уже солнечная энергия, поглощенная ионосферой. Точно также возможны разнообразные механизмы "раряда" этого динамо. Например, пробой стратосферы, что, естественно, вызовет

нарушение радиосвязи ввиду появления ионизированного воздуха на сравнительно низких высотах, магнитные бури и пр. Магнитные бури возникают ввиду того, что появляются нестационарные потоки заряженных частиц на низких высотах.

Возможен также, по всей видимости, и пробой ионосферы. Но его лучше наблюдать не на Земле, а на Солнце. Видимо в верхних слоях атмосферы Солнца мы также имеем обратную термодинамическую систему, ибо для прямой 6600 градусов, пожалуй многовато на самой оконечности ~~ионосферы~~ фотосферы. А раз так, то естественно предположить, что под верхней фотосферой расположено такое же динамо, как и внизу ионосферы, в котором температура имеет более низкое значение. Прорыв этого динамо через фотосферу и наблюдается в виде солнечных пятен с пониженной температурой, (протуберанцев?) и т.д.

Итак, мы видим, ~~каким образом можно получить некий вид динамо в атмосфере Солнца~~ какому громадному количеству самых разнообразных явлений дают точную или качественную картину описания такие простенькие уравнения гравитационной термодинамики.

Наконец, теперь мы должны будем отказаться от представлений о структуре звезд, к примеру, как о простой системе монотонно повышающейся к центру температуры.

У

В качестве простого примера рассмотрим еще термодинамическое равновесие в неинерциальной системе отсчета. В качестве таковой пример равномерно вращающуюся систему отсчета. Как известно, между гравитацией и эффектами неинерциальной системы отсчета имеется полное соответствие. Поэтому уравнения /I/ полностью пригодны, надо лишь заменить напряженность гравитационного поля на напряженность сил инерции. Для равномерно вращающейся системы отсчета

1141

$$V = \omega^2 r$$

Отсюда легко получаем распределение температур и давлений
вдоль радиуса; для воздуха:

/15/

$$T = T_0 \left(1 + \frac{\omega^2 r^2}{2c_p T_0} \right)$$

$$p = p_0 \left(1 + \frac{\omega^2 r^2}{2c_p T_0} \right)^{\mu c_p / R} \quad (15)$$

Температура увозрастает к периферии квадратично, а давление более резко. В центре линейного вихря минимум температуры и давления.

Важность этого решения состоит в том, что такое распределение легко наблюдается как в эксперименте, например, в вихревых трубках, циклонах и т.д., а также в метеорологии - циклоны. Наконец, важность этого решения состоит в том, что оно известно в газодинамике, где получается из рассмотрения движения газа в инерциальной системе отсчета. Это совпадение как раз и показывает, что гравитационная термодинамика находится в полном соответствии с современной газодинамикой.

VI

В качестве последнего вопроса, который невозможно ^{не} затронуть, есть вопрос с законе теплопередачи. Очевидно, что закон Фурье не может быть истинным законом теплопередачи. Но обобщить его уже не представляет трудности:

/16/

$$q = -k (\nabla T - \nabla T_{равн}). =$$

$$\cancel{q} = A - k \cdot \nabla T$$

Здесь равновесный градиент - это градиент, полученный в условиях термодинамического равновесия. Так как он не зависит от самого теплового потока, то это означает, фактически, добавления некоторого постоянного члена в уравнение Фурье, т.е. переход от прямопропорциональной зависимости от градиента температур к линейной. В "инерциальной" термодинамике закон Фурье сохраняет свое место, если нет дополнительных воздействий - электрических, магнитных и прочих. Закон /16/ легко преобразуется в закон:

$$/17/ \quad \bar{q} = -K_3 \cdot T \cdot \nabla S$$

где K_3 - некоторый коэффициент размерности m^2/c . Молекулярно-кинетическая теория дает для него с точностью до численной константы:

$$/18/ \quad K_3 \approx \bar{l} \cdot \bar{v}$$

где \bar{l} - средняя длина свободного пробега, \bar{v} - средняя скорость молекул. По всей видимости, закон теплопроводности в форме /18/ удобнее при анализе теплоэлектрических, термомагнитных и прочих явлений.

* Отметим, что $\nabla T_{рав}$ относится сугубо к неособому распределению температур, что и приводит к полной однозначности. И кроме того, класс распределения не может измениться, следовательно есть ограничения на поток вниз в АНТС и на поток вниз в ОТС. Это еще один возможный механизм нестационарности, важный, видимо, особенно для звезд. ($\nabla T \neq 0$)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, нами рассмотрены условия термомеханического равновесия сред в гравитационном поле на основе принципа изэнтропизма, который уже широко используется в газодинамике. Мы продемонстрировали, сколь большой круг явлений самого разного порядка находит себе логичное объяснение в рамках созданной гравитационной термодинамики. Видимо не будет преувеличением ожидать, что развитие этой новой области физики позволит пролить свет еще на многие и многие факты реального мира и науки.

Июль 1979 г., октябрь 1985 г.

Небит-Даг

В. Керб

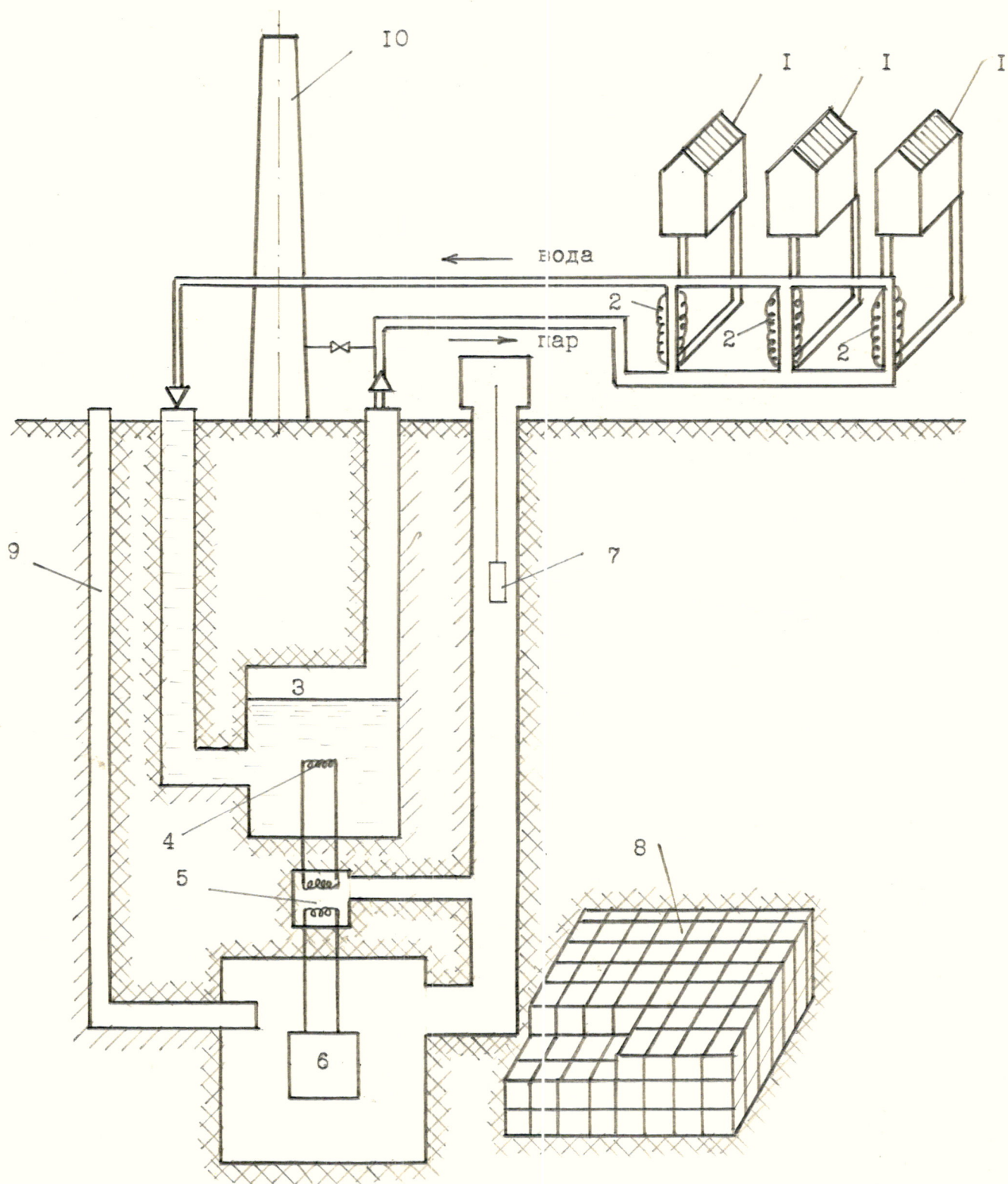


Схема ядерно-гравитационной теплоцентрали /ЯГТЦ/: 1 - потребители горячей воды, 2 - домовые бойлерные, 3 - главный бак системы, 4 - кипятильник, 5 - радиационная развязка, 6 - реактор, 7 - лифт, 8 - хранилище отходов, 9 - труба аварийного глушения реактора, 10 - труба городского орошения.

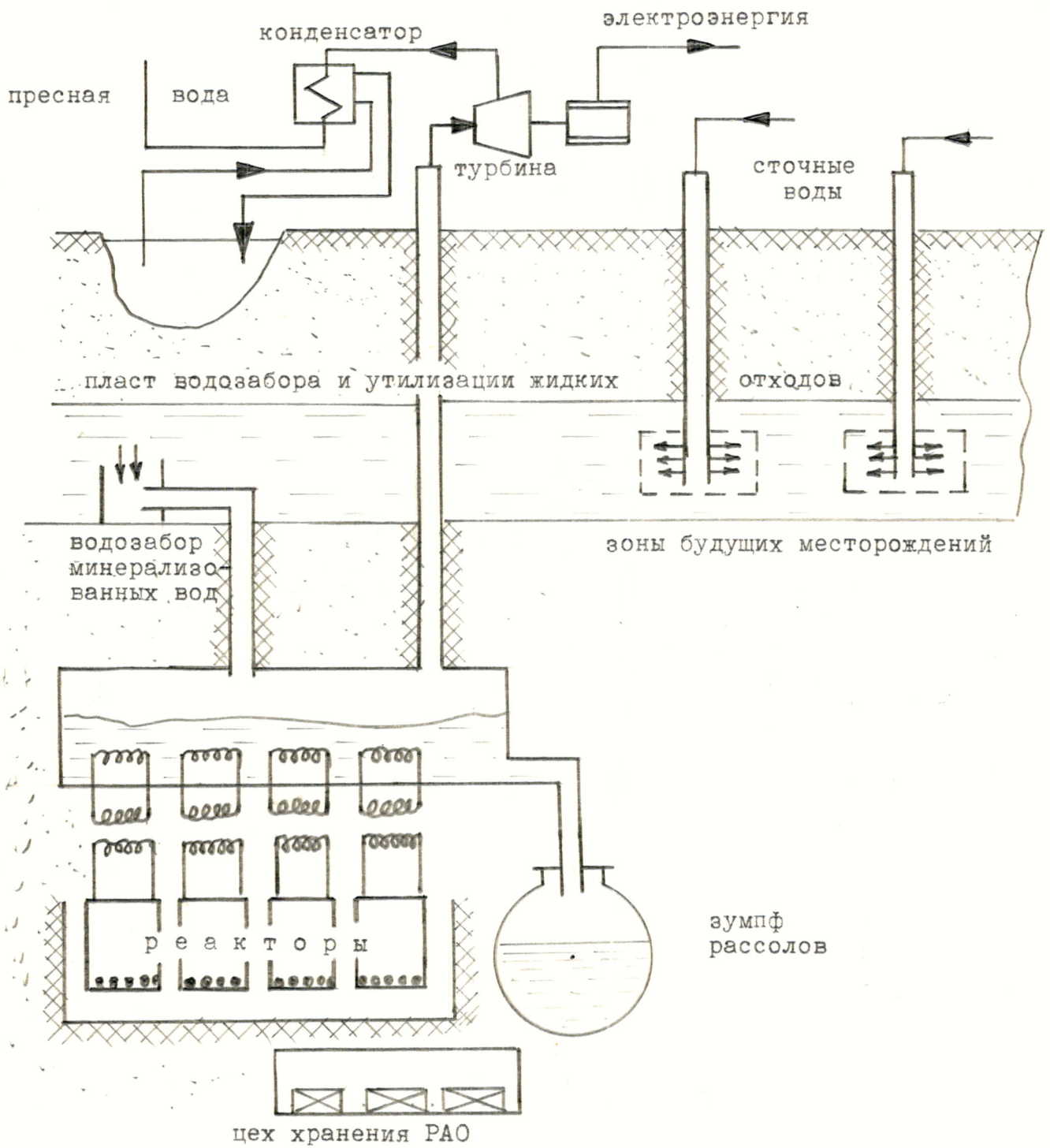


Схема ядерной гравитационно-термодинамической электростанции.
 Реакторы такой станции предлагается размещать на глубине
 1500 - 3000 метров.